جمهوری اسلامی ایران

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

آیین‌نامه طراحی بنادر و سازه‌های دریایی ایران

نشریه شماره ۱۱-۳۰۰

(سازه و تجهیزات تعمیر شناور)

معاونت امور فنی

دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله

http://tec.mporg.ir

وزارت راه و ترابری

معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری

پژوهشکده حمل و نقل

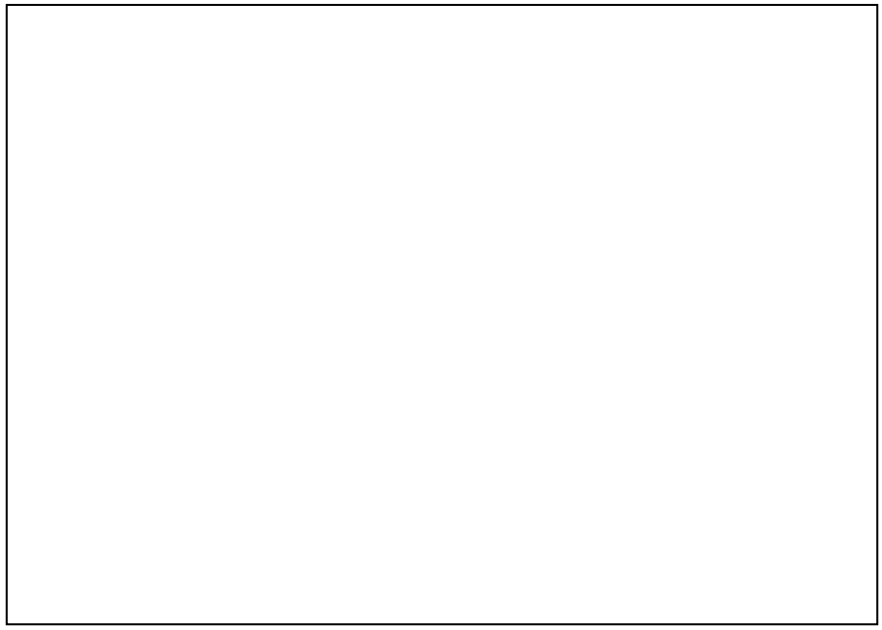
www.rahiran.ir

۱۳۸۵

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

فهرستبرگه



omoorepeyman.ir

ریاست جمهوری

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

رئیس سازمان

بسمه‌تعالی

به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	شماره : ۱۰۰/۲۰۰۷۷
	تاریخ : ۱۳۸۵/۲/۱۱

موضوع : آیین‌نامه طراحی بنادر و سازه‌های دریایی ایران (سازه و تجهیزات تعمیر شناور)

به استناد آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی، موضوع ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه و در چارچوب نظام فنی و اجرایی طرح‌های عمرانی کشور مصوبه شماره ۲۴۵۲۵/ت۱۴۸۹۸هـ مورخ ۱۳۷۵/۴/۴ هیأت محترم وزیران) به پیوست، نشریه شماره ۱۱-۳۰۰ دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله این سازمان، با عنوان «**آیین‌نامه طراحی بنادر و سازه‌های دریایی ایران (سازه و تجهیزات تعمیر شناور)**» از نوع گروه سوم، ابلاغ می‌شود.

دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور، پیمانکاران و عوامل دیگر می‌توانند از این نشریه به عنوان راهنما استفاده کنند و در صورتی که روش‌ها، دستورالعمل‌ها و راهنماهای بهتری در اختیار داشته باشند، رعایت مفاد این نشریه الزامی نیست.

عوامل یاد شده باید نسخه‌ای از دستورالعمل‌ها، روش‌ها و یا راهنماهای جایگزین را برای دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله، ارسال دارند.

فرهاد رهبر

معاون رییس جمهور و رییس سازمان

امور پیمان
omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

اصلاح مدارک فني

خواننده گرامي:

دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور با استفاده از نظر کارشناسان برجسته، مبادرت به تهیه این دستورالعمل نموده و آن را برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلطهای مفهومی، فنی، ابهام، ایهام و اشکالات موضوعی نیست.

از این رو، ***از شما خواننده گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی، مراتب را به صورت زیر گزارش فرمایید:***

۱- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.

۲- ایراد مورد نظر را به صورت خلاصه بیان دارید.

۳- در صورت امکان، متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید.

۴- نشانی خود را برای تماس احتمالی ذکر فرمایید.

کارشناسان این دفتر نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت.

پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه: تهران، خیابان شیخ بهایی، بالاتر از ملاصدرا، کوچه لادن، شماره ۲۴
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله
صندوق پستی ۴۵۴۸۱- ۱۹۹۱۷
E-mail: tsb.dta@mporg.ir
Web: http://tec.mporg.ir

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

بسمه‌تعالی

پیشگفتار

استفاده از ضوابط و معیارها در مراحل تهیه (مطالعات امکان‌سنجی)، مطالعه، طراحی و اجرای طرحهای تملک دارایی سرمایه‌ای به لحاظ توجیه فنی و اقتصادی طرحها و ارتقای کیفیت طراحی و اجرا (عمر مفید) از اهمیت ویژه برخوردار است. از این‌رو نظام فنی و اجرایی طرحهای عمرانی کشور (مصوبه شماره ۲۴۵۲۵/ت۱۴۸۹۸ هـ مورخ ۱۳۷۵/۴/۴ هیأت وزیران) به‌کارگیری معیارها، استانداردها و ضوابط فنی در مراحل تهیه و اجرای طرح را مورد تأکید قرار داده است.

بنابر مفاد ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور موظف به تهیه و ابلاغ ضوابط، مشخصات فنی، آیین‌نامه‌ها و معیارهای مورد نیاز طرحهای عمرانی است، لیکن با توجه به تنوع و گستردگی طرحهای عمرانی، طی سالهای اخیر سعی شده است در تهیه و تدوین این‌گونه مدارک علمی از مراکز تحقیقاتی دستگاههای اجرایی ذی‌ربط نیز استفاده شود. در این راستا مقرر شده است پژوهشکده حمل و نقل در معاونت آموزش، تحقیقات و فنّاوری وزارت راه و ترابری در تدوین ضوابط و معیارهای فنی بخش راه و ترابری، ضمن هماهنگی با دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، عهده‌دار این مهم باشد.

در سال ۱۳۸۲، تفاهم‌نامه‌ای با هدف همکاری و هماهنگی معاونت آموزش، تحقیقات و فنّاوری وزارت راه و ترابری و معاونت امور فنی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور (دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله) در زمینه تهیه ضوابط و معیارهای فنی بخش راه و ترابری، مبادله و به منظور هدایت، راهبری و برنامه‌ریزی منسجم و اصولی امور مرتبط، کمیته راهبردی متشکل از نمایندگان دو مجموعه تشکیل گردید. این کمیته با تشکیل جلسات منظم نسبت به هدایت و راهبری پروژه‌های جدید و جاری، در مراحل مختلف تعریف و تصویب پروژه‌ها، انجام، نظارت و آماده‌سازی نهایی

omoorepeyman.ir

و ابلاغ آنها، اقدامهای لازم را انجام داده است. یکی از پروژه‌های حاصل از این فرایند نشریه حاضر می‌باشد.

ایران در مرزهای شمالی و جنوبی خود حدود ۳۰۰۰ کیلومتر ساحل داشته و در سالهای اخیر سرمایه‌گذاری فراوانی در احداث بنادر، تأسیسات و سازه‌های دریایی در دستور کار دولت قرار دارد. سیاستهای کلان بخش حمل‌ونقل نیز بیانگر توجه ویژه به توسعه حمل‌ونقل دریایی می‌باشد.

در سال ۱۳۷۶ سازمان بنادر و کشتیرانی مجموعه‌ای تحت عنوان آیین‌نامه سازه‌های دریایی ایران تهیه و تدوین نمود. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور و مرکز تحقیقات و آموزش وزارت راه و ترابری از سال ۱۳۷۷ ضمن تشکیل کمیته تدوین نهایی آیین‌نامه طراحی بنادر و سازه‌های دریایی ایران، با عضویت نمایندگان سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، سازمان بنادر و کشتیرانی، معاونت ساخت و توسعه بنادر و فرودگاهها و مرکز تحقیقات و آموزش وزارت راه و ترابری، خط مشی و محورهای اصلی آیین‌نامه را ترسیم و پیگیری نمود. تنوع موضوعات مورد نظر در این بخش سبب شد تا تهیه آیین‌نامه مذکور در یازده بخش مجزا تقسیم‌بندی و توسط گروههای کاری جداگانه تدوین آن صورت پذیرد. این یازده بخش عبارتند از:

۱- ملاحظات محیطی و بارگذاری

۲- مصالح

۳- مکانیک خاک و پی

۴- اصول و مبانی مطالعات و طراحی بنادر

۵- موج‌شکنها و سازه‌های حفاظتی

۶- سازه و تجهیزات پهلوگیری

۷- آبراهه و حوضچه

۸- تسهیلات و تجهیزات بهره‌برداری و پشتیبانی بنادر

۹- سکوهای دریایی

۱۰- ملاحظات زیست‌محیطی بنادر ایران

۱۱- سازه و تجهیزات تعمیر شناور

omoorepeyman.ir

مقدمه بخش یازدهم (سازه و تجهیزات تعمیر شناور)

این بخش از آیین‌نامه، شامل دستورالعملها و توصیه‌هایی درباره طراحی سیستمهای مختلف به آب اندازی و به خشکی بردن شناورها می‌باشد. مباحثی همچون مبانی طراحی بالابرهای مکانیکی و سینکرولیفتها در این بخش ارایه می‌گردد. استانداردهای طراحی و ساخت داکهای شناور، سیستم ریل دریایی و سرسره‌ها که از قدیمی‌ترین سیستمهای به آب انداختن و از آب گرفتن شناورها می‌باشند نیز در این بخش ارایه خواهند شد. همچنین اصول و مبانی طراحی حوضچه خشک و ارزیابی سیستمهای مختلف بالابری و به آب اندازی، از جمله مباحثی است که به آنها اشاره شده است.

در پایان از تلاش و جدیت پژوهشکده حمل و نقل وزارت راه و ترابری و سازمانها، مؤسسات و ادارات ذی‌ربط به ویژه سازمان بنادر و کشتیرانی و کارشناسان مشروح زیر که در تهیه و تدوین این مجموعه همکاری داشته و زحمات فراوانی کشیده‌اند، تشکر و قدردانی می‌نماید.

اعضای کمیته اجرایی بررسی نهایی و تکمیل آیین‌نامه

مهندس کامبیز احمدی	مهندس میرمحمود ظفری
مهندس مرتضی بنی جمالی	دکتر رضا غیاثی
مهندس بهناز پورسید	مهندس مهران غلامی
مهندس علیرضا توتونچی	دکتر مرتضی قارونی
دکتر محرم دولتشاهی	مهندس افشین کلانتری
دکتر حمید رحیمی‌پور	مهندس حسین مثقالی
مهندس محمد سعید سجادپور	مهندس عبدالرضا محبی
دکتر محمود صفارزاده	مهندس خسرو مشتریخواه

اعضای کمیته راهبردی

مهندس حمیدرضا بهرامیان	دکتر کیومرث عماد
مهندس بهناز پورسید	مهندس مهران غلامی

omoorepeyman.ir

دکتر محمود صفارزاده — مهندس طاهر فتح الهی

مهندس میرمحمود ظفری

بخش یازدهم (سازه و تجهیزات تعمیر شناور) — **مجری: معاونت پژوهشی دانشگاه صنعتی شریف**

دکتر مهدی بهزاد — مهندس کوروش رنجبران

مهندس محمدرضا توکلی — مهندس محمد زارع

مهندس رویا دقارانقرابی — دکتر محمد سعید سیف

دکتر محمد دقیق — مهندس حسن‌رضا صفری

مهندس مهدی دهقان

ناظرین: مهندس خسرو مشتریخواه، مهندس عبدالرضا محبی، مهندس محمد عطار

مهدی تفضلی
معاون امور فنی
۱۳۸۵

omoorepeyman.ir

فهرست تفصیلی مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول ـ اصول و مبانی طراحی سینکرولیفت **۱**

۱-۱ تعاریف **۳**

۱-۱-۱ طول ۳

۱-۱-۲ عرض ۳

۱-۱-۳ عمق ۳

۱-۱-۴ عرشه ایمنی ۳

۱-۱-۵ عرشه بالایی ۳

۱-۱-۶ پانتون ۳

۱-۱-۷ آب ته مانده ۳

۱-۱-۸ آب بالاست جبرانی ۳

۱-۱-۹ ظرفیت بالابری ۴

۱-۱-۱۰ وزن سبک ۴

۱-۲ کلیات **۴**

۱-۳ ملاحظات عمومی **۶**

۱-۳-۱ هدف ۶

۱-۳-۲ ظرفیت بالابری ۶

۱-۴ اصول هندسی طراحی **۸**

۱-۵ معیارهای طراحی سازه‌ای **۱۳**

۱-۵-۱ بارگذاری ۱۳

۱-۵-۲ تنشهای مجاز ۱۴

۱-۵-۳ ضریب اطمینان کابل و زنجیر ۱۵

۱-۵-۴ مواد ۱۵

۱-۶ آزمایشها **۱۶**

۱-۶-۱ ملاحظات آزمایش ۱۶

۱-۶-۲ تستهای بارگذاری ۱۶

omoorepeyman.ir

۱-۶-۳ تست عملیاتی ۱۷

فصل دوم ـ استانداردهای طراحی و ساخت داکهای شناور **۱۹**

۲-۱ قوانین عمومی **۲۱**

۲-۲ بازرسیهای رده‌بندی **۲۱**

۲-۲-۱ علامت رده‌بندی ۲۱

۲-۲-۲ نقشه‌های مورد نیاز ۲۱

۲-۲-۳ اطلاعات مورد نیاز ۲۲

۲-۲-۴ بازرسی حین ساخت ۲۲

۲-۲-۵ آزمون ۲۳

۲-۲-۶ بازرسی ورود به رده‌بندی ۲۴

۲-۲-۷ بازرسیهای دوره‌ای و مقطعی ۲۵

۲-۲-۸ تدارکات و مساعدت بازرسی ۲۷

۲-۳ جانمایی عمومی **۲۷**

۲-۳-۱ عرشه ایمن ۲۷

۲-۳-۲ عرشه بالایی ۲۷

۲-۳-۳ تهویه و مسیرهای دسترسی ۲۸

۲-۳-۴ جدا کننده تانکها ۲۸

۲-۴ ارتفاع آزاد و پایداری **۲۸**

۲-۴-۱ ارتفاع آزاد ۲۸

۲-۴-۲ پایداری ۲۹

۲-۵ ساختمان بدنه **۳۰**

۲-۵-۱ کلیات ۳۰

۲-۵-۲ استحکام طولی ۳۱

۲-۵-۳ استحکام عرضی ۳۳

۲-۵-۴ جزئیات سازه و استحکام موضعی ۳۴

۲-۶ ماشین‌آلات و تجهیزات **۴۰**

۲-۶-۱ ماشین‌آلات ۴۰

omoorepeyman.ir

۲-۶-۲ سیستم لوله‌کشی ۴۰
۲-۶-۳ تجهیزات الکتریکی ۴۱
۲-۶-۴ سیستم هشدار دهنده ۴۱
۲-۷ محافظت از آتش‌سوزی و اطفای حریق **۴۱**
۲-۷-۱ کلیات ۴۱
۲-۷-۲ محافظت از آتش‌سوزی ۴۲
۲-۷-۳ اطفای حریق ۴۲
فصل سوم ـ خطوط ریل دریایی و سرسره‌ها **۴۵**
۳-۱ کلیات **۴۷**
۳-۲ انواع **۴۷**
۳-۲-۱ ریل دریایی طولی ۴۷
۳-۲-۲ ریل دریایی عرضی ۴۷
۳-۳ انتخاب مکان برای ریلها **۴۸**
۳-۳-۱ نیازها ۴۸
۳-۳-۲ ملاحظات خاص ۴۸
۳-۴ فاکتورهای مشخص کننده ابعاد اصلی ریل **۴۹**
۳-۴-۱ مشخصات شناور از آب گرفته شده ۴۹
۳-۴-۲ حداقل عمق آب در کف (محاسبه ارتفاع بالاروی عمودی گهواره) ۵۰
۳-۴-۳ شیب ریل ۵۰
۳-۴-۴ حداقل طول ریل ۵۱
۳-۴-۵ طول کلی ۵۱
۳-۴-۶ ابعاد گهواره ۵۱
۳-۴-۷ فضای تجهیزات بالابری ۵۲
۳-۵ مشخصات رواداریها **۵۲**
۳-۵-۱ مشخصات شناور ۵۲
۳-۵-۲ رواداریهای گهواره ۵۳
۳-۶ بارهای طراحی **۵۳**

omoorepeyman.ir

۳-۶-۱ نیازها ۵۳
۳-۶-۲ منحنی بار ترکیبی ۵۴
۳-۶-۳ فرضیات نادرست منحنی بارگذاری ۵۴
۳-۶-۴ بارگذاری باد ۵۵
۳-۷ طراحی ریل دریایی ۵۶
۳-۷-۱ تعیین بارهای طراحی ۵۶
۳-۷-۲ ارتفاع انتهای فرا ساحلی از سطح دریا ۵۶
۳-۷-۳ تکیه‌گاه ریل ۵۸
۳-۷-۴ تعداد ریلها ۵۹
۳-۷-۵ تکیه‌گاه گهواره ۵۹
۳-۷-۶ اتصالات ریل ۵۹
۳-۷-۷ غلتکها ۶۰
۳-۷-۸ چرخها ۶۲
۳-۸ گهواره‌ها ۶۳
۳-۸-۱ مصالح ۶۳
۳-۸-۲ بارهای باد و کشتی ۶۴
۳-۸-۳ کشش زنجیر ۶۵
۳-۸-۴ خرکهای جانبی و کف ۶۵
۳-۸-۵ قاب‌بندی خاص انتهای ساحلی ۶۶
۳-۸-۶ مسیرهای حرکت انسان ۶۷
۳-۸-۷ مسیرهای حرکت عمودی ۶۷
۳-۸-۸ داربستها یا خرپاهای گهواره ۶۷
۳-۸-۹ کف گهواره ۶۸
۳-۸-۱۰ نردبانها ۶۸
۳-۸-۱۱ جک‌پاشنه ۶۸
۳-۸-۱۲ وسایل اندازه‌گیری آبخور ۶۹
۳-۸-۱۳ ضربه‌گیرها ۶۹
۳-۸-۱۴ لنگرها ۶۹

omoorepeyman.ir

۳-۸-۱۵ وینچهای از آبگیری ۶۹
۳-۹ سیستمهای کشش **۶۹**
۳-۹-۱ زنجیر ۶۹
۳-۹-۲ شاه‌تیر کشش ۷۱
۳-۹-۳ زنجیرهای کششی ۷۲
۳-۹-۴ زنجیرهای مخصوص هل دادن ۷۲
۳-۹-۵ قرقره‌های هل دادن ۷۲
۳-۹-۶ بالابر ۷۳
۳-۹-۷ فونداسیون بالابر ۷۴
۳-۹-۸ موتور ۷۶
۳-۱۰ تجهیزات کنترلی **۷۶**
۳-۱۰-۱ نیازمندیها ۷۶
۳-۱۰-۲ تجهیزات حفاظتی مسیر ۷۶
۳-۱۰-۳ تجهیزات کنترلی اولیه ۷۶
۳-۱۰-۴ تجهیزات کنترلی ثانویه ۷۷
۳-۱۰-۵ مقاومتهای ثانویه ۷۷
۳-۱۰-۶ سوییچ کنترل فرمان ۷۷
۳-۱۰-۷ کنترل اضطراری ۷۷
۳-۱۰-۸ سوییچهای محدود کننده سرعت بیش از حد ۷۷
۳-۱۰-۹ ترمزها ۷۸
۳-۱۱ اتاقک ماشین‌آلات **۷۸**
۳-۱۱-۱ نیازها ۷۸
۳-۱۱-۲ صفحه سوییچها و کنترلهای الکتریکی ۷۸
۳-۱۱-۳ فونداسیون ماشین‌آلات ۷۹
۳-۱۲ امکانات **۷۹**
۳-۱۲-۱ ریلها ۷۹
۳-۱۲-۲ دلفینها و ستونهای دسترسی ۷۹
۳-۱۲-۳ سیستم فاضلاب ۷۹

omoorepeyman.ir

۳-۱۲-۴ آب شیرین، آب شور، بخار و سرویسهای هوای فشرده ۷۹
۳-۱۲-۵ روشنایی ۸۰
۳-۱۳ ریلهای دریایی عرضی **۸۱**
۳-۱۳-۱ گهواره‌های چند منظوره ۸۱
۳-۱۳-۲ تجهیزات ۳۰۰۰ تنی ۸۱
۳-۱۴ سرسره‌های دریایی **۸۵**
۳-۱۴-۱ محاسبات نهایی آب اندازی طولی ۸۶
۳-۱۴-۲ محاسبات پهلو رو ۹۸
فصل چهارم ـ اصول و مبانی طراحی حوضچه خشک **۱۱۱**
۴-۱ ساخت حوضچه خشک و پیشرفت در کشتی‌سازی **۱۱۳**
۴-۲ کف و دیواره‌های کناری **۱۱۳**
۴-۲-۱ پروفیل کف و دیواره حوضچه خشک ۱۱۳
۴-۲-۲ تکیه‌گاههای کشتی و داربستها ۱۲۱
۴-۳ محاسبات سازه‌ای حوضچه خشک **۱۲۳**
۴-۳-۱ نیروهای وارد بر سازه حوضچه خشک ۱۲۳
۴-۳-۲ پایداری سازه حوضچه خشک ۱۴۲
۴-۳-۳ محاسبات دیواره و بستر حوضچه خشک ۱۴۴
فصل پنجم ـ ارزیابی و معیارهای انتخاب سیستمهای مختلف بالابری و به آب اندازی **۱۵۹**
۵-۱ کلیات **۱۶۱**
۵-۲ تاریخچه **۱۶۱**
۵-۳ حوض خشک **۱۶۲**
۵-۴ سرسره **۱۶۳**
۵-۵ داک شناور **۱۶۳**
۵-۶ امتیازات بالابر ثابت (سینکرولیفت) **۱۶۴**
۵-۷ بالابر متحرک **۱۶۵**
۵-۸ مقایسه سیستمهای داکینگ **۱۶۵**

omoorepeyman.ir

۶-۱ توصیف کلی ۱۷۱
۶-۲ بارهای مرده ۱۷۱
۶-۲-۱ توصیف کلی ۱۷۱
۶-۲-۲ وزن مخصوص ۱۷۱
۶-۳ بارهای زنده عمودی ۱۷۲
۶-۳-۱ بارگذاری یکنواخت ۱۷۲
۶-۳-۲ بار کامیون ۱۷۳
۶-۳-۳ بارگذاری جرثقیل سوار شده بر روی ریل ۱۷۵
۶-۳-۴ بارگذاری جرثقیلهای کامیونی ۱۷۹
۶-۳-۵ بارگذاری در لیفترها و حمل کننده‌ها از انواع پایه باز **Straddle** ۱۸۱
۶-۳-۶ بارگذاری روی مسیر ریلی ۱۸۴
۶-۳-۷ بویانسی ۱۸۴
۶-۳-۸ بارگذاری امواج ۱۸۴
۶-۳-۹ کاربرد بارگذاریها ۱۸۵
۶-۴ بارگذاریهای افقی ۱۸۶
۶-۴-۱ بارگذاریهای ناشی از پهلو گرفتن کشتی ۱۸۶
۶-۴-۲ نیروهای حاصل از مهاربندی ۱۸۶
۶-۴-۳ نیروهای باد روی سازه ۱۹۵
۶-۴-۴ بارگذاری زلزله ۱۹۵
۶-۴-۵ فشار آب و زمین ۱۹۷
۶-۴-۶ بارهای حرارتی ۱۹۸
۶-۴-۷ انقباض بتن ۱۹۸
۶-۴-۸ خزش بتن ۱۹۹
۶-۵ ترکیبهای بار ۱۹۹
۶-۵-۱ کلیات ۱۹۹
۶-۵-۲ طراحی تحت بار سرویس ۲۰۰

omoorepeyman.ir

مراجع ۲۰۱
واژه‌نامه ۲۰۵

omoorepeyman.ir

فهرست جدولها

عنوان **صفحه**

جدول ۱-۱ تنشهای مجاز ۱۴
جدول ۱-۲ درجه‌بندی فولادهای مناسب..... ۱۵
جدول ۱-۳ بارهای آزمایشی برای وینچها و ارابه‌ها..... ۱۶
جدول ۲-۱ مقادیر ضریب **C**..... ۳۶
جدول ۴-۱ چگالی بتن..... ۱۲۵
جدول ۴-۲ نیروی درگ و فشار وارد بر کشتی ۱۳۴
جدول ۵-۱ امتیازدهی برای هر یک از سیستمها با توجه اطلاعات و تجربه‌های موجود ۱۶۷
جدول ۶-۱ بارهای زنده عمودی برای دکلهای سازه و اسکله..... ۱۷۳
جدول ۶-۲ بارگذاری متحرک جکهای جانبی در جرثقیلهای سیار..... ۱۷۸
جدول ۶-۳ ترکیبهای بار، ضریبهای بار سرویس و روش حدی **fx**..... ۱۸۹

omoorepeyman.ir

فهرست شکلها

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۱ چیدمان سیستم بالابر و انتقال کشتی ۵
شکل ۱-۲ تخمین عمق مورد نیاز در حوضچه در محل بالابر کشتی ۱۰
شکل ۱-۳ پارامترهای اصلی بالابر کشتی ۱۰
شکل ۱-۴ سازه نگهدارنده بالابر کشتی – سکوهای مجزا روی ستونها ۱۱
شکل ۱-۵ سازه نگهدارنده بالابر کشتی با سکوهای مجزا روی ستونها و صفحات بتنی روی ستونها و دیوار صفحه‌ای ۱۱
شکل ۱-۶ سازه نگهدارنده بالابر کشتی به شکل سکوهای مجزا روی ستونهای بالا کشنده‌ها در کانالهای بالای سطح سکو ۱۲
شکل ۱-۷ سازه نگهدارنده بالابر کشتی با سکوهای مجزای بالای ستونها و بالا کشنده‌های واقع در کانالها زیر سطح صفحه سکو ۱۲
شکل ۳-۱ جزئیات اتصال قابها ۶۱
شکل ۳-۲ نوع تیپ چرخ گهواره ۶۳
شکل ۳-۳ پارامترهای پایداری شناور ۶۴
شکل ۳-۴ سیستم کششی ریل دریایی ۷۰
شکل ۳-۵ دیاگرام اتصال کابلهای کششی ۷۱
شکل ۳-۶ فونداسیون بالابر ۷۵
شکل ۳-۷ سیستم ریل دریایی عرضی ۸۲
شکل ۳-۸ مقطع عرضی ریل دریایی عرضی ۸۳
شکل ۳-۹ بار و وزن گهواره و نیروهای کشش کابلها ۸۴
شکل ۳-۱۰ نمودارهای وضعیت الاکلنگی ۸۸
شکل ۳-۱۱ نمودارهای چرخش ۸۹
شکل ۳-۱۲ کشتی پیش از ورود به آب ۹۱
شکل ۳-۱۳ کشتی پس از ورود جزیی به آب، در حالی که مراکز غوطه‌وری و گرانش پیش از انتهای مسیر واقع می‌باشند ۹۲
شکل ۳-۱۴ کشتی پس از ورود جزیی به آب، در حالی که مرکز غوطه‌وری پس از انتهای مسیر و مرکز گرانش پیش از آن واقع می‌باشد ۹۳

omoorepeyman.ir

شکل ۳–۱۵ کشتی پس از ورود جزیی به آب، در حالی که مرکز غوطه‌وری و مرکز گرانش پس از انتهای مسیر و پیش از چرخش واقع می‌باشند..... ۹۴
شکل ۳–۱۶ کشتی به هنگام چرخش..... ۹۵
شکل ۳–۱۷ نمونه‌ای از نمودار نیرو روی مسیرهای خمیده..... ۹۸
شکل ۳–۱۸ مرحلهٔ اول، لغزش..... ۱۰۰
شکل ۳–۱۹ مرحلهٔ دوم، کج شدن..... ۱۰۲
شکل ۳–۲۰ مرحلهٔ سوم، کج شدن و غوطه‌وری..... ۱۰۶
شکل ۳–۲۱ مرحلهٔ چهارم، پرش..... ۱۰۹
شکل ۴–۱ پروفیلهای دیواره حوضچه خشک..... ۱۱۶
شکل ۴–۲ شیب بستر حوضچه..... ۱۱۹
شکل ۴–۳ مقطع عرضی کانالهای تخلیه طولی..... ۱۱۹
شکل ۴–۴ مقطع عرضی کانالهای تخلیه عرضی..... ۱۱۹
شکل ۴–۵ پروفیلهای فولادی مهاربندی در بستر حوضچه..... ۱۲۰
شکل ۴–۶ اجزای سازه‌ای نشیمن‌گاه در کف و دیواره حوضچه خشک..... ۱۲۰
شکل ۴–۷ نیروهای هیدرواستاتیکی وارد بر سازه حوضچه خشک..... ۱۲۷
شکل ۴–۸ توزیع وزن کشتی از آب گرفته شده بر روی خرکهای میانی..... ۱۳۴
شکل ۴–۹ بارهای وارد بر حوضچه شماره ۱ در **Gdynia** لهستان..... ۱۳۵
شکل ۴–۱۰ ارتباط بین نیروی وارد بر خط خرک میانی **PS** با مقطع عرضی مؤثر حوضچه خشک **FD**..... ۱۳۵
شکل ۴–۱۱ نمودار تغییرات بار وارد بر خرکهای میانی، بر حسب تناژ کشتیهای ساخته شده یا تعمیراتی..... ۱۳۶
شکل۴–۱۲ بارهای مجاز بر دال کف حوضچه خشک شماره ۲ در **Gdynia** لهستان..... ۱۳۶
شکل ۴–۱۳ ضرایب **KA** و **KB** و نحوه کاربرد آنها..... ۱۳۷
شکل ۴–۱۴ رابطه بین ضریب **h** و فاصله بین تکیه‌گاهها بر اساس ضخامت دال **t**..... ۱۳۸
شکل ۴–۱۵ نحوه مهاربندی کابل برای کشتی خاص..... ۱۳۸
شکل ۴–۱۶ بارگذاری بولاردها در لنگرگیری کشتیهای مختلف..... ۱۳۹
شکل ۴–۱۷ نیروهای وارد بر سازه حوضچه خشک در مراحل مختلف بارگذاری..... ۱۴۱
شکل ۴–۱۸ بارهای وارد بر دیواره حوضچه در حین ساخت و بهره‌برداری..... ۱۵۲

omoorepeyman.ir

شکل ۴-۱۹ توزیع هیپربولیک فشارها در زیر فونداسیون نواری صلب ۱۵۲
شکل ۴-۲۰ توزیع فشارهای عکس‌العمل خاک در زیر دال صلب و طویل و مقادیر ضریب α_1 ..... ۱۵۳
شکل ۴-۲۱ مقادیر ضریب α_2 ..... ۱۵۳
شکل ۴-۲۲ مدلهای مختلف بستر خاکی در روش تیر ارتجاعی ۱۵۴
شکل ۴-۲۳ مدلهای مختلف بستر خاکی در روش نیم فضای الاستیک ۱۵۵
شکل ۴-۲۴ حالت کرنش صفحه‌ای کف حوضچه خشک ۱۵۶
شکل ۴-۲۵ اصول روش **Elbow** در محاسبه نشست لایه‌ها ۱۵۶
شکل ۴-۲۶ تحلیل گرافیکی حوضچه با کف گنبدی شکل ۱۵۷
شکل ۶-۱ بار کامیون ۱۷۴
شکل ۶-۲ بارگذاری ناشی از چرخ جرثقیلهای بندری ۱۷۶
شکل ۶-۳ بارگذاری ناشی از چرخ جرثقیلهای کانتینربر ۱۷۷
شکل ۶-۴ بارگذاری ناشی از چرخ جرثقیلهای کامیونی ۱۸۰
شکل ۶-۵ بارگذاری ناشی از چرخ لیفترها ۱۸۲
شکل ۶-۶ بارگذاری ناشی از چرخ جرثقیلهای پایه‌دار **straddle** ۱۸۳
شکل ۶-۷ آرایش مهاربندی ۱۸۸
شکل ۶-۸ حرکتهای کشتی و نیروهای وارد بر آن ۱۹۰
شکل ۶-۹ توزیع نیروی پهلوگیری و مهاربندی بر روی سازه ۱۹۵

omoorepeyman.ir

۱

اصول و مبانی طراحی سینکرولیفت

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۱-۱ تعاریف

۱-۱-۱ طول

طول داک عبارت است از فاصله بین آخرین دیواره عرضی جلو و عقب داک بر حسب متر.

۱-۱-۲ عرض

عرض داک عبارت است از فاصله افقی بین لبه داخلی ورقهای بیرونی دیواره‌های داک بر حسب متر.

۱-۱-۳ عمق

عمق داک عبارت است از فاصله داخلی ورق کف و ورق داخلی عرشه بر حسب متر.

۱-۱-۴ عرشه ایمنی

عرشه آب‌بند ممتدی که در طول دیواره‌ها امتداد یافته و زیر عرشه بالایی قرار می‌گیرد.

۱-۱-۵ عرشه بالایی

بالاترین عرشه آب‌بند که در طول دیواره‌های داک امتداد می‌یابد.

۱-۱-۶ پانتون

سازه مکعب‌مستطیلی است که زیر دیواره‌های داک و بین آنها امتداد می‌یابد.

۱-۱-۷ آب ته‌مانده

باقیمانده آبی که نمی‌توان توسط پمپها تخلیه نمود.

۱-۱-۸ آب بالاست جبرانی

آب بالاستی که برای تصحیح چرخش طولی و یا کاهش تنشها و تغییر مکانها به کار می‌رود.

omoorepeyman.ir

۱-۱-۹ ظرفیت بالابری

بیشترین وزن کشتی که امکان بالا بردن آن توسط داک وجود دارد.

۱-۱-۱۰ وزن سبک

وزن سازه، ماشین‌آلات، جرثقیلها، تجهیزات و تدارکات کامل برای مصرف عملیاتی آب بالاست جبرانی (در صورت نیاز) و آب ته‌مانده می‌باشد.

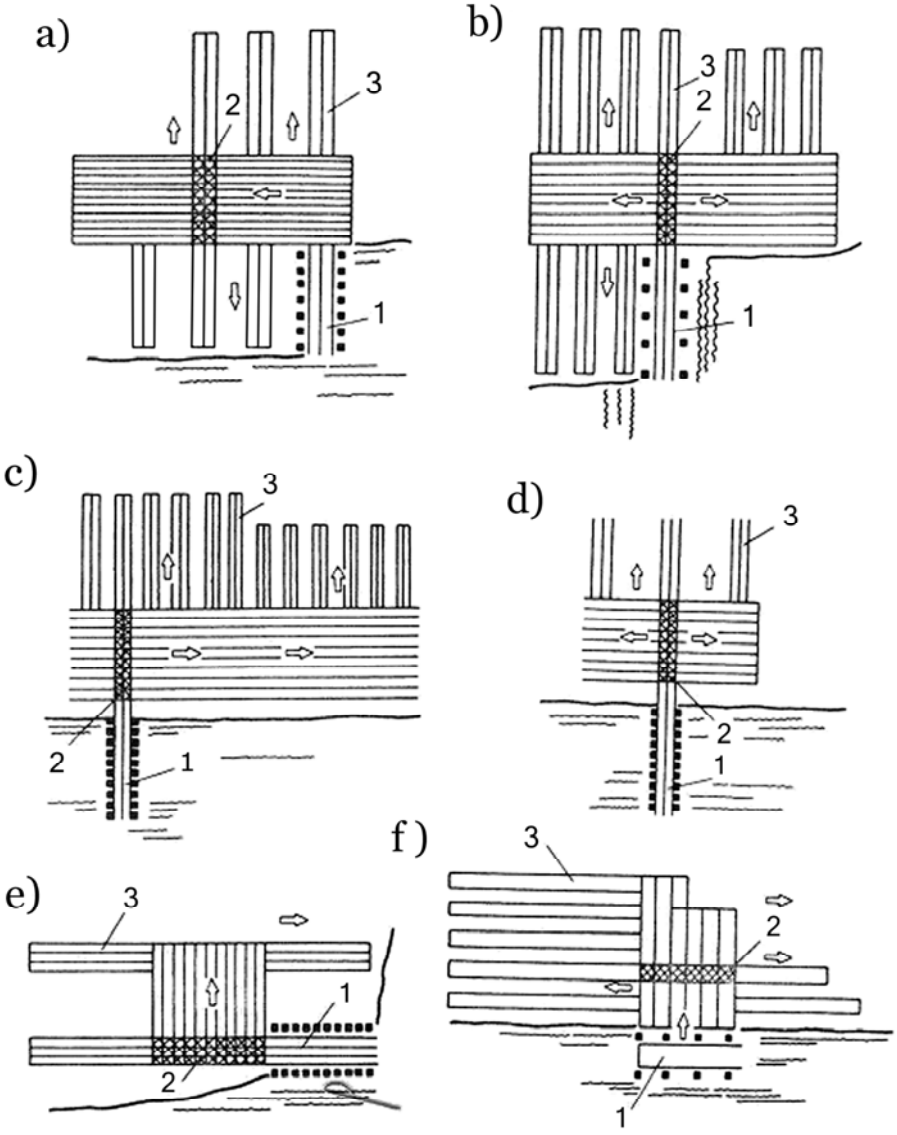
۱-۲ کلیات

یک سینکرولیفت دارای پلات‌فرمی است که وظیفه نگهداری کشتی را طی عملیات بالابری بر عهده دارد. پلات‌فرم فوق توسط سیستم بالابر و کابلهایی که به طور الکتریکی کنترل می‌شوند بالا و پایین می‌رود. بالابرها، وسایل الکتریکی – مکانیکی سنکرون هستند که جهت کارکرد پیوسته و ملایم طراحی شده و توزیع بار در طول پلات‌فرم در همه نقاط بالابر تحت نظر قرار گرفته می‌شود. تعداد و ظرفیت هر بالابر، از پروژه‌ای به پروژه دیگر متفاوت خواهد بود. فرمهای کلی جانمایی یک سیستم سینکرولیفت و نحوه جابه‌جایی شناور به وسیله انتقال دهنده عرضی، در شکل ۱-۱ نمایش داده شده است.

در این سیستم، مدارهایی پیش‌بینی می‌شود تا به منظور ایمنی بیشتر، هنگامی که یک موتور، باری بیش از ظرفیت طراحی را تحمل کند، همه سیستم را به طور اتوماتیک متوقف سازد. همچنین تدارکاتی جهت توقف همه موتورها هنگامی که پلات‌فرم به بالاترین یا پایین‌ترین سطح برسد، در نظر گرفته شده است.

یک بالابر همچنین ممکن است توسط وینچهای سنکرون با ظرفیتهای بالا تجهیز شود. در بالابرهای هیدرولیکی، پروسه بالابری گام به گام به کمک چرخهای راننده، سیلندرهای مربوطه و قفل اطمینان آزاد کننده و نگه دارنده سیلندرها صورت می‌گیرد. پروسه پایین بردن نیز عکس پروسه بالا بردن صورت می‌گیرد.

omoorepeyman.ir



۱- بالابر کشتی ۲- منتقل کننده ۳- بستر ساخت

شکل ۱-۱ چیدمان مختلف سیستم بالابر و انتقال کشتی

omoorepeyman.ir

۱-۳ ملاحظات عمومی

۱-۳-۱ هدف

الف: نکات این قسمت برای سیستمهای داکهای بالابر مکانیکی که به وسیله وینچها یا جکها بالا و پایین برده می‌شوند، قابل کاربرد می‌باشد.

ب: شناور روی یک سیستم شامل بلوک، ارابه‌ها یا سیستم بالشتک هوا (یا سیستم هیدرولیکی) برای انتقال و عملیات دیگر به صورت ثابت قرار می‌گیرد.

ج: قسمتهای مربوط به فونداسیون و مهندسی سازه، خارج از محدوده بحث بوده و برای کنترل آنها به آیین‌نامه‌های مربوط به اسکله‌ها و تجهیزات آنها مراجعه گردد.

د: این ملزومات بر اساس نصب صحیح و شرایط بارگذاری و بهره‌برداری مشخص شده، پایه‌گذاری می‌گردند. بنابراین در این آیین‌نامه، بارگذاری بیشتر از ماکزیمم بار گسترده یا شرایط بارگذاری محیطی که باعث افزایش نیروی وارد بر وینچها گردد، مجاز نمی‌باشد.

هـ: برای اطمینان از عملکرد ایمن قطعات، باید اطلاعات کافی برای اپراتور به صورت یک دفترچه کاربردی فراهم شود.

۱-۳-۲ ظرفیت بالابری

الف: به منظور طبقه‌بندی یا رده‌بندی هر داک بالابر مکانیکی، ظرفیت بالابری آن به صورت زیر در نظر گرفته می‌شود.

۱- ماکزیمم بار گسترده **MDL**

این بار بر حسب حداکثر بار گسترده یکنواخت در امتداد خط مرکزی داک می‌باشد که برای محاسبه ظرفیت قطعات نصب شده به کار می‌رود و عبارتست از ظرفیت یک جفت بالابر منهای وزن مرده طول قسمتی از داک که با این بالابرها همراه می‌باشد، تقسیم بر فاصله بین بالابرها. بنابراین واحد **MDL** می‌تواند تن بر متر باشد.

omoorepeyman.ir

۲- ظرفیت بالابری اسمی **NLC**

این ظرفیت به صورت ماکزیمم جابه‌جایی بر حسب تن برای یک کشتی معمولی می‌باشد که می‌توان این شناور را بر روی داک مورد نظر بلند کرد و به صورت زیر در نظر گرفته می‌شود:

NLC=MDL × طول مؤثر داک × ضریب توزیع

معمولاً این مقادیر توسط مؤسسات سازنده داده می‌شود ولی در هر صورت برای طراحی و ساخت یک نمونه جدید، تعریف آنها الزامی است.

ب: ماکزیمم بار گسترده بر روی داک شامل وزن ارابه‌ها یا بلوکهایی که برای نگهداری کشتی می‌باشد، خواهد بود.

ج: طول مؤثر داک برابر است با طول کلی بین بالابرها به علاوه طول طره‌های انتهایی (تیرهای یک سر گیردار)، ولی هر یک از اینها نباید بزرگتر از نصف فاصله بین بالابرها در نظر گرفته شوند.

د: ضریب توزیع به منظور اطمینان از بیشتر نشدن بار گسترده ماکزیمم در هیچ نقطه از طول مؤثر داک، در نظر گرفته می‌شود. این ضریب که اثر بارهای دینامیکی را نیز شامل می‌شود، به طور عمومی در داکهای با طرح مجزا (در آنها سختی طولی یا سختی خمشی وجود ندارد) که دارای بلوکهای متداول یا ارابه می‌باشند، برابر ۰/۶۷ می‌باشد. در داکهای با طرح مجزا همراه با ارابه انعطاف‌پذیر نیز این ضریب یا داکهای با طرح صلب همراه با ارابه صلب یا انعطاف‌پذیر، باید در محاسبات ارایه شود، ولی در هیچ حالتی نباید مقدار ضریب مذکور بیشتر از ۰/۸۳ باشد.

هـ: مجموع ظرفیت بالابری خالص قطعات نصب شده، به صورت حاصلضرب **MDL** در طول مؤثر داک تعریف می‌شود.

و: ظرفیتهای بالابری در موارد زیر باید مورد توجه ویژه قرار گیرند:

۱- ترتیب قرار گرفتن بلوکها یا ارابه‌ها طوری باشد که بارها در امتداد خط مرکزی داک به کار برده نشوند.

۲- طراحی طوری باشد که حداکثر بار گسترده در سراسر طول داک یکسان نباشد.

ز: ترتیب قرار گرفتن بلوکها یا ارابه‌ها باید به صورتی باشد که فشار روی بدنه کشتی، بزرگتر از مقداری که باعث صدمه به سازه کشتی شود نباشد. در حالت کلی این فشار باید در محدوده ۲۰۰ تا

omoorepeyman.ir

۲۳۰ تن بر متر مربع قرار داشته باشد. شرایط ویژه سازه شناور ممکن است در کمتر یا بیشتر بودن فشار مناسب تأثیر گذارد. لذا بررسی دقیق موضوع، هنگام استفاده از داک، ضروری خواهد بود.

۱-۴ اصول هندسی طراحی

تمام بالابرهای کشتی که قابلیت اتصال به سیستم انتقال عرضی را دارند، از یک پلات‌فرم از جنس چوب یا فولاد که توسط سیستم کابل یا زنجیر معلق می‌گردند و بر روی سازه‌های پایه‌ای اطراف پلات‌فرم بنا می‌شوند، تشکیل می‌گردند. هنگامی که مشخصات فیزیکی کشتی تعریف گردند، تعداد صحیح، اندازه و فاصله ریلهای کشنده و بالابر قابل تخمین خواهد بود. مهم‌ترین این مشخصات شامل وزن کشتی (تن در ازای هر متر در طول کیل) است. به طور مشابه برای نیازهای بالابری شناور، ظرفیت بالابری پلات‌فرم اغلب بر حسب تن بر متر بیان می‌گردد. بنابراین جهت طراحی سازه نگه‌دارنده بالابر کشتی، لازم است که تمام ابعاد کلی بالابر کشتی، محل قرارگیری ریلهای بالابر و توزیع بار در طول پلات‌فرم بالابر تعیین شوند. اطلاعاتی از محل خطوط سرویسهای گوناگون و سوئیچهای مرکز کنترل و سایر موارد نیز مورد نیاز می‌باشد. در بیشتر مواقع لازم است که امکان نصب یک سیستم انتقال افقی با اتصال مجزا و یا مفصلی بین پلات‌فرم بالابر کشتی و محوطه ساخت کارخانه در نظر گرفته شود.

در طراحی سازه نگه‌دارنده پلات‌فرم، دستیابی به جزئیات عمق دریاچه ساحلی در محل کارخانه قدم اول می‌باشد و پارامترهای زیر نیز باید در نظر گرفته شوند (شکل ۱-۲):

۱- فاصله بین پلات‌فرم و کف حوضچه **r** که کمترین مقدار آن باید ۰/۵ متر باشد.

۲- ارتفاع سازه پلات‌فرم $\mathbf{H_k}$ که مقدار آن متغیر بوده و تابع نوع بالابر، ظرفیت و سازه پلات‌فرم است. برای مثال در پلات‌فرمهایی با عرض ۳۰ متر، مقدار $\mathbf{H_k}$ به ۰/۴ متر می‌رسد.

۳- ارتفاع گهواره محل قرارگیری کشتی **t**

۴- ارتفاع خرک مرکزی $\mathbf{H_s}$ از سطح دک پلات‌فرم یا فاصله گهواره نگه‌دارنده کشتی تا سطح نگه‌دارنده کشتی.

۵- فاصله بین ته کشتی و سطح گهواره انتقال کشتی ($\mathbf{S_{min}}$=۰/۲۵ متر)

۶- ماکزیمم آبخور کشتی در هنگام داکینگ $\mathbf{T_C}$.

omoorepeyman.ir

۷- ارتفاع سطح کارخانه از سطح متوسط ارتفاع آب در حوضچه h_t.

تراز قرارگیری پلات‌فرم در جهت قائم، از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$H_P=h_t+T_C+S+t \quad (۱)$$

و عمق حوضچه نسبت به ارتفاع سطح کارخانه H_W از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$H_W=H_P+H_K+r \quad (۲)$$

طرح ابعاد کلی بالابر، طبق پارامترهای معرفی شده در شکل ۱-۳ تعریف می‌گردند:

طول پلات‌فرم بالابر مورد نیاز L_P

عرض پلات‌فرم بالابر مورد نیاز B_P

فاصله بین پلات‌فرم و سازه نگه‌دارنده بالابر (ستونها) اغلب ۰/۱۵ متر

کمترین عرض ستونهای نگه‌دارنده که امکان جک و یا ریل بالابر را فراهم کند L_{KW}

فاصله بین ریلهای گهواره در سیستم انتقال افقی r_i

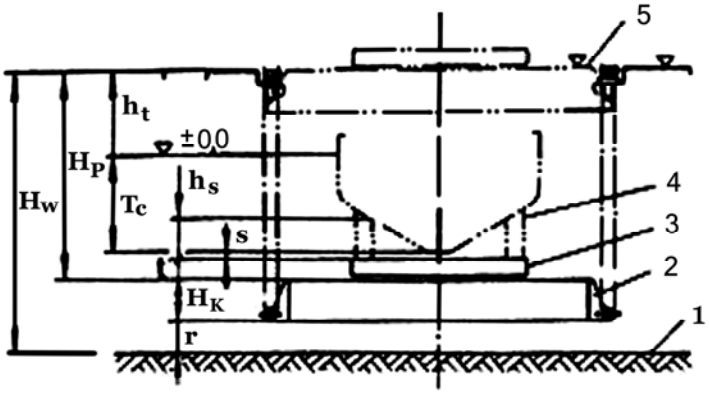
کمترین فاصله بین لبه جلویی پلات‌فرم و سیستم انتقال در سیستم انتقال افقی کشتی L_P

برای جلوگیری از فشرده شدن پلات‌فرم و جلوگیری از حرکت افقی، مشخص بودن محل قرارگیری دقیق وینچها در امتداد بالابر ضروری است. بعضی از بالابرها نظیر واحدهایی که به طور هیدرولیکی کار می‌کنند، در قسمت انتهایی دارای سوراخهایی در سازه می‌باشند که برای جکهای زنجیر و یا خود زنجیر است. در بیشتر حالتها، سازه نگه‌دارنده کشنده بالابر کشتی روی ستون قرار می‌گیرد. عرض این ستونها بسته به نوع کاربرد دارد، به عنوان مثال تنها برای نگه‌دارنده وینچها و یا در حالات استفاده مشترک با اسکله طراحی، آرایش نهایی باید با در نظر گرفتن تکیه بارگذاریها مشخص شود.

سکوهای ستونی توسط ستونهای فولادی و یا ستونهای تقویت شده (مسلح) با نسبت سطح مقطع کمتر، بار را از جکها یا بالابرهای گردنده به خاک زیرین منتقل می‌کنند. استفاده از سازه ستونی در ساخت اسکله بسیار مهم است. این عمل باعث اطمینان از عدم اشکال در جریان آب اطراف سازه، بخصوص هنگامی که بالابر به همراه کشتی در آب پایین می‌رود خواهد گردید.

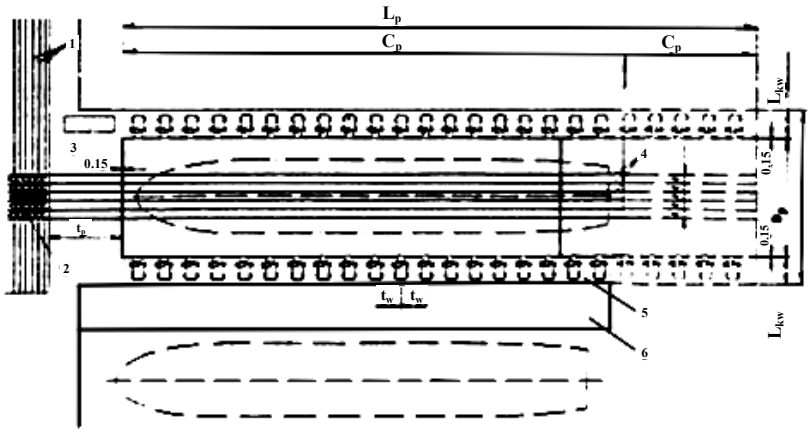
سازه نگه‌دارنده بالابر می‌تواند در مشارکت با اسکله یا دیواره اسکله باشد. تعدادی از انواع سازه‌ها که می‌توانند جهت نگهداری سازه بالابر در نظر گرفته شوند، در شکلهای ۱-۴ الی ۱-۷ نشان داده شده‌اند.

omoorepeyman.ir



۱- عمق حوضچه ۲- پلات‌فرم ۳- گهواره افقی ۴- تکیه‌گاهها ۵- بالاترین موقعیت پلات‌فرم

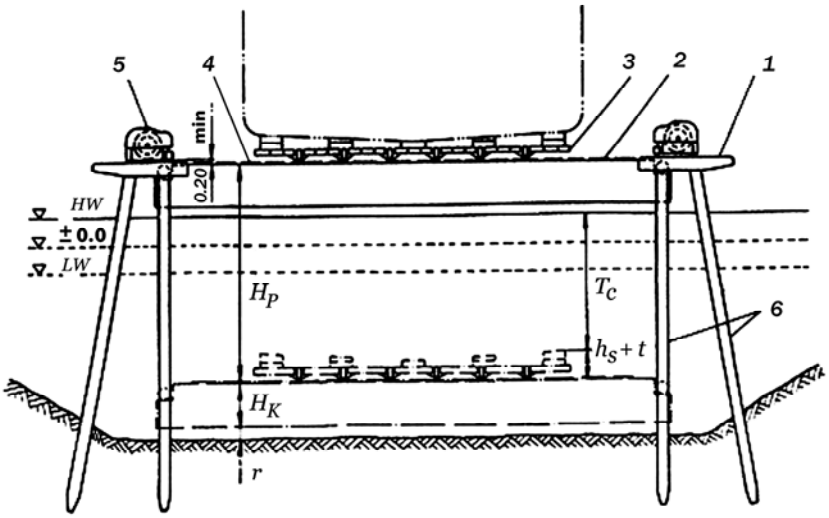
شکل ۱-۲ تخمین عمق مورد نیاز در حوضچه در محل بالابر کشتی



۱- ریلهای انتقال ۲- کالسکه جابه‌جایی عرضی ۳- مرکز کنترل ۴- ریلهای انتهایی ۵- بالابر کشتی ۶- اسکله تجهیز و تکمیل

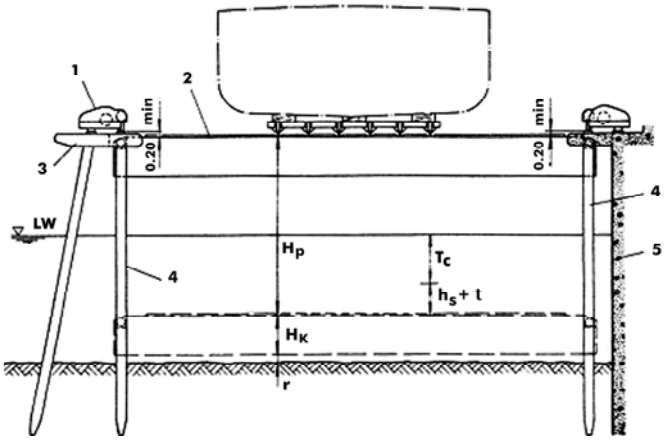
شکل ۱-۳ پارامترهای اصلی بالابر کشتی

omoorepeyman.ir



۱- سر شمع بتنی ۲- ریلها ۳- گهواره ۴- پلات‌فرم بالابر ۵- بالابر ۶- شمعهای بتنی

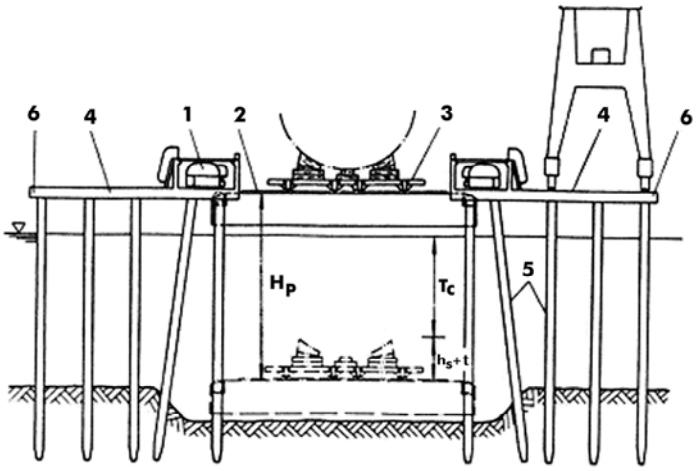
شکل ۱-۴ سازه نگه‌دارنده بالابر کشتی - سکوهای مجزا روی ستونها



۱- بالابر ۲- پلات‌فرم ۳- سر شمع ۴- شمع بتنی ۵- دیواره اسکله

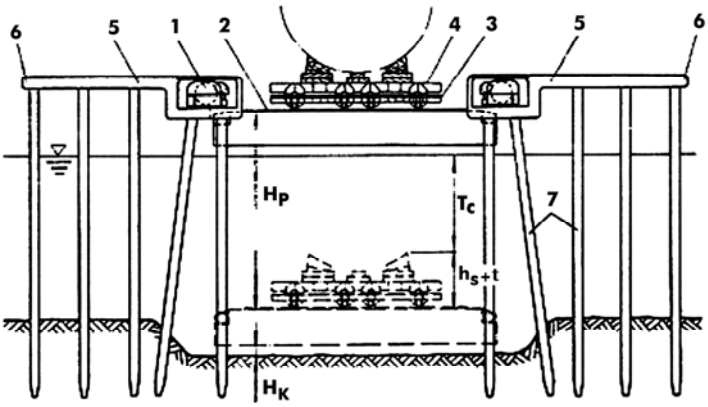
شکل ۱-۵ سازه نگه‌دارنده بالابر کشتی با سکوهای مجزا روی ستونها و صفحات بتنی روی ستونها و دیوار صفحه‌ای

omoorepeyman.ir



۱- بالابر ۲- پلات‌فرم ۳- گهواره انتهایی ۴- اسکله بتنی ۵- شمع بتنی ۶- کابلهای مهار

شکل ۱-۶ سازه نگه‌دارنده بالابر کشتی به شکل سکوهای مجزا روی ستونهای بالا کشنده‌ها در کانالهای بالای سطح سکو



۱- بالابر ۲- پلات‌فرم ۳- گهواره پایینی ۴- گهواره بالایی ۵- اسکله بتنی ۶- کابلهای مهار

شکل ۱-۷ سازه نگه‌دارنده بالابر کشتی با سکوهای مجزای بالای ستونها و بالا کشنده‌های واقع در کانالها زیر سطح صفحه سکو

omoorepeyman.ir

۱-۵ معیارهای طراحی سازه‌ای

۱-۵-۱ بارگذاری

الف: طراحی باید بر مبنای حداکثر بار گسترده بر واحد متر انجام گیرد، به طوری که بارگذاری هر بلوک در امتداد خط مرکزی داک قرار داشته باشد.

ب: سازه باید برای (۲۰٪) ماکزیمم بار گسترده بر واحد متر در محل بلوکهای کناری طراحی گردد. در این روش فشار وارده ناشی از بارگذاری باد روی کشتی برابر ۲/۵ کیلو نیوتن بر متر مربع در نظر گرفته شده است (متناظر با سرعت باد ۶۴ متر بر ثانیه).

ج: بارگذاری فوق باید در سراسر طول داک به کار گرفته شود.

د: محدوده سطوح خارجی و داخلی داک که قابل دسترسی باشد، باید برای موارد زیر طراحی گردد:

۱- بار گسترده یکنواخت به مقدار ۵ کیلو نیوتن بر متر مربع

۲- بار نقطه‌ای ۱۰ کیلو نیوتن در هر نقطه

بارگذاری فوق ممکن است برای عملکرد مناسب تجهیزات مورد نیاز باشد، ولی به طور معمول در ظرفیت بالابری تعیین شده در قسمت ۱-۳-۲ و بارگذاری طراحی تأثیر ندارد.

هـ: به نیروهای افقی ناشی از بارگذاری باد و عملیات انتقال باید توجه شود.

و: مقاومت افقی داک باید قابلیت پایداری در برابر نیروهای زیر را داشته باشد:

۱- در مدت عملیات انتقال: مجموع نیروی افقی ۲۵۰ نیوتن بر متر مربع روی سطح تصویر یافته شناور از آب گرفته شده، به علاوه اثرات نیروهای مورد نیاز برای غلبه بر اصطکاک در سیستم انتقال.

در حالتی که یاتاقانهای غلتکی با چرخهای ارابه جفت شده باشند، نیروی اصطکاک حدود (۲٪) بار چرخهای ارابه و اگر همین حالت در یاتاقانهای ساده یا پیچیده اتفاق افتد، نیروی اصطکاک حدود (۴٪) نیروی چرخهای ارابه منظور می‌گردد.

omoorepeyman.ir

۲- در جایی که شناور روی داک قرار گرفته و عملیات انتقال متوقف شده است، مجموع نیروی افقی ناشی از بارگذاری باد به مقدار ۲/۵ کیلو نیوتن بر متر مربع روی مساحت تصویر یافته شناور از آب گرفته شده می‌باشد.

ز: مقاومت در برابر نیروهای افقی ممکن است به وسیله دو روش زیر انجام گیرد:

۱- سیستم مهار افقی

۲- داک صلب افقی

۱-۵-۲ تنشهای مجاز

مقادیر تنشهای مجاز در هر قسمت سازه نباید از مقادیر داده شده در جدول ۱-۲ تجاوز نمایند. البته در خصوص المانهای تحت فشار، بررسی شناور در خصوص کمانش نیز اهمیت دارد. این مقادیر برای فولادی که نسبت $\frac{\sigma_y}{\sigma_u}$ آن کوچکتر از ۰/۷ باشد به کار می‌رود. فولادهایی که نسبت فوق برای آنها بزرگتر از ۰/۷ باشد، باید به صورت دقیق مورد بررسی قرار گیرند. در این نوع فولادها، مقاومت سازه پس از رسیدن به σ_y بسیار کم می‌شود.

جدول ۱-۱ تنشهای مجاز [۱]

نوع تنش	تنش مجاز
کشش یا خمش	۰/۶۷ σ_y
فشار	۰/۶۷ σ_y
برش	۰/۳۵ σ_y
لهیدگی **Bearing**	۰/۹ σ_y

در اجزایی از سازه که فقط تحت اثر نیروهای ناشی از باد قرار دارند، مقادیر تنشهای فوق می‌توانند تا (۲۵٪) افزایش داشته باشند. تنش مجاز در قرقره‌ها و ملحقات آنها که ثابت نیستند، نیازمند بررسیهای دقیق‌تر و استفاده از استانداردهای خاص خود خواهد بود. تنش مجاز در نزدیک نقاطی که در آنها تمرکز تنش وجود دارد، (۲۵٪) کاهش خواهد یافت.

omoorepeyman.ir

۱-۵-۳ ضریب اطمینان کابل و زنجیر

ضریب اطمینان مورد نیاز برای کابلها و زنجیرهایی که به منظور بالا و پایین آوردن داک به کار می‌رود، نباید کمتر از نسبت ۳ برای مقاومت شکست تعیین شده و نسبت ۱ برای حداکثر کشش باشد. حداکثر کشش کابل و زنجیر باید از ظرفیت مجاز بالابرها محاسبه شود که در آن اثر اضافی اصطکاک قرقره و سختی کابل و زنجیر نیز در نظر گرفته می‌شود [برای یاتاقانهای غلتکی و بلبرینگها (۲٪) و برای یاتاقانهای ساده (۵٪) می‌باشد]. برای زنجیر نباید از آلیاژهایی که احتمال شکست آنها در اثر خوردگی وجود دارد استفاده شود.

در موارد زیر ممکن است نیاز به افزایش ضرایب اطمینان باشد:

الف: سرعت بالا بردن داک بیشتر از ۰/۵ متر در دقیقه باشد.

ب: طریقه عملکرد سیستم بالابری، بارگذاری ناگهانی مهمی را ایجاد کند.

در صورت خورندگی بالای محیطهای مورد نظر، لازم است در بازرسیهای منظم میزان پوسیدگی کابل و زنجیر برآورد شده و در صورت نیاز تعویض گردند.

۱-۵-۴ مواد

خصوصیات مواد به کار رفته، باید منطبق بر استانداردهای مناسب برای کاربردهای دریایی باشد. به طور کلی در قوانین ساخت و تست فولاد، درجه فولاد مورد استفاده برای سازه باید مطابق با جدول ۱-۲ باشد.

جدول ۱-۲ درجه‌بندی فولادهای مناسب

ضخامت قطعه (میلیمتر)	کمتر از ۲۰/۵	بین ۲۵/۵ - ۲۰/۵	بین ۴۰ - ۲۵/۵	بیشتر از ۴۰
درجه	A/AH	B/BH	D/DH	E/EH

درجه‌بندی فوق منطبق بر تعاریف **LR** (لویدز انگلستان) می‌باشد. ممکن است به جای استفاده از **LR** از قوانین ملی کشور که کیفیت فولاد را برای کاربرد مد نظر تأیید می‌نماید، استفاده شود.

omoorepeyman.ir

۱-۶ آزمایشها

۱-۶-۱ ملاحظات آزمایش

معیارهای تعیین شده برای تست در این قسمت، برای همه قطعات نصب شده‌ای که در آنها سیستم کنترل یک روش قابل قبول اندازه‌گیری بار واقعی روی هر بالابر می‌باشد، قابل اجرا می‌باشد. در مرحلهٔ طراحی سیستم بالابر، پیش‌بینی این‌گونه آزمایشها و تدوین دستور کار و روش صحیح انجام آن ضروری می‌باشد. تشریح روش تست بر مبنای ملزومات این قسمت، باید برای تصویب و تأیید نهایی ناظر ارایه گردد.

چرخ‌دنده‌ها، کابلها و زنجیرها، باید مطابق با استانداردهای خاص ماشین‌آلات و تجهیزات مورد تأیید تست شوند.

منابع معتبر ملی دیگر ممکن است تستهای دشوارتری را نسبت به این آیین‌نامه لازم بدانند که عمل کردن به آنها برای ایمنی بیشتر، بر عهده بهره‌بردار است.

۱-۶-۲ تستهای بارگذاری

تستهای حرکت سبک روی هر واحد وینچ، باید در محل ساخت آنها انجام گیرد. توصیه اکید می‌گردد که همه وینچها بر اساس بارهای آزمایشی جدول ۱-۳ در محل ساخت آنها، تست شوند.

جدول ۱-۳ بارهای آزمایشی برای وینچها و ارابه‌ها

ظرفیت مجاز SWL	بار آزمایشی (بر حسب تن)
تا ۲۰ تن	۱/۲۵ × SWL
بین ۵۰ – ۲۰ تن	۵ + SWL
بیشتر از ۵۰ تن	۱/۱ × SWL

ظرفیت مجاز وینچ **SWL** به طور معمول، بر مبنای کشش کامل ضرب در تعداد کابلهای نگه‌دارنده داک در وینچ مورد نظر می‌باشد.

omoorepeyman.ir

داک بایستی در محل نصب، توسط بارهای نمونه زیر آزمایش شود.

الف: در شرایط بدون بارگذاری یا بارگذاری جزیی

ب: تا (۱۰۰٪) مجموع ظرفیت بالابری

تست داک با بارهای آزمایشی جزیی یا در حالت بدون بارگذاری، برای بررسی عملکرد صحیح سیستمهای داک باید انجام شود. بار آزمایشی که به میزان (۱۰۰٪) ظرفیت بالابری برای تست داک استفاده می‌شود، باید بر مبنای ظرفیت مجاز هر وینچ ناشی از حداکثر بار گسترده وارد بر واحد متر داک باشد. این آزمایش ممکن است در بعضی مراحل، به وسیله تست کردن جفتهای متقابل وینچها یا مجموعه‌ای از وینچها با هم انجام شود.

در مواردی که تست مرحله‌ای برای طراحی داک پذیرفته شده باشد، باید اطمینان حاصل شود که هر کابل تحت نیرویی برابر ظرفیت مجاز خود قرار خواهد گرفت.

گهواره‌ها باید به طور تک‌تک با یک آزمایش، مطابق جدول ۱-۳ تست شوند. در این حالت جدول مذکور بر مبنای ظرفیت مجاز ارابه‌ها استوار خواهد بود.

۱-۶-۳ تست عملیاتی

علاوه بر بارهای آزمایشی بند ۱-۶-۲، یک تست عملیاتی کامل باید در محدوده ظرفیت بالابری اسمی تأسیسات انجام گیرد. این تست باید در سراسر سیکل عملیات انجام گیرد و عبارت است از بالا بردن، انتقال به ساحل، انتقال به داک و پایین آوردن شناور.

در مواردی که برای ملاحظات کاربردی انجام این تست برای تمام ظرفیت بالابری اسمی ممکن نیست، این قسمت ممکن است با یک بار آزمایشی کمتر انجام شود، اما بار اعمال شده نباید کمتر از (۶۰٪) ظرفیت بالابری اسمی باشد.

عملیات ممکن است تا زمانی که یک کشتی با جابه‌جایی مناسب برای تست تأسیسات نصب شده با ظرفیت بالابری اسمی در دسترس باشد به تأخیر افتد. این تست عملیاتی کامل، معمولاً باید در طول مدت یک سال بعد از اتمام نصب تأسیسات انجام شود.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۲

استانداردهای طراحی و ساخت داکهای شناور

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۲-۱ قوانین عمومی

الف: ساخت و بازرسی داکهای شناور، باید بر اساس قوانین و مقررات رده‌بندی انجام گردد. کلیه قوانین برای داکهای شناور در انواع زیر به کار گرفته می‌شود:

۱- داک متشکل از مکعب‌مستطیلهای ممتد

۲- داکهای متشکل از بارجهای متقاطعی که به دیوارهای ممتد بارج پیچ می‌شود.

۳- داکهایی با مقطع **L** و یا پانتونهای شناور

ب: مؤسسات رده‌بندی، عموماً طرحهای خاص دیگر را نیز بعد از دریافت کلیه محاسبات سازه‌ای، پایداری و باربری، بررسی و تأیید می‌نمایند.

ج: برای طراحی المانهای سازه‌ای، اطلاعات و داده‌های ارایه شده توسط سازنده در چارچوب دستورالعملهای کاری برای توزیع وزن و بارگذاریها استفاده خواهند شد.

۲-۲ بازرسیهای رده‌بندی

۲-۲-۱ علامت رده‌بندی

برای کلیهٔ داکهای شناور که مطابق قوانین مؤسسات رده‌بندی باشند، کلمهٔ **Floating Dock** که ظرفیت بالابری نیز در آن درج شده باشد، در علامت رده‌بندی آن گنجانیده می‌شود.

۲-۲-۲ نقشه‌های مورد نیاز

هنگام رده‌بندی داک، نقشه‌ها و مدارکی که بیان کننده بعدبندی جانمایی، جزئیات قسمتهای اساسی سازه و داده‌های مرتبط لازم باشد، به مؤسسات رده‌بندی ارایه می‌گردند. این نقشه‌ها باید در سه نسخه با مقیاس مناسب و در قالب نقشه‌های زیر باشند:

۱- نقشه جانمایی عمومی

۲- نقشه بعدبندی مقطع عرضی در وسط داک

omoorepeyman.ir

۳- نقشه‌های سازه‌ای دیواره‌ها و پانتونهای داک

۴- نقشه‌های سازه‌ای عرشه‌ها و دیواره‌های داخلی و خارجی

۵- جانمایی پمپها

۶- نقشه‌های ماشین‌آلات و نقشه‌های الکتریکی

۷- دیاگرام سیستم لوله‌کشی

۸- جانمایی سیستم اطفای حریق

۹- جزئیات سیستمهای نشانگر سطوح آب در تانکها و آبخورها

۱۰- جزئیات سیستم نشانگر تغییر شکلها در سازهٔ داک

۲-۲-۳ اطلاعات مورد نیاز

۱- مشخصات

۲- محاسبات پایداری و منحنیهای هیدرواستاتیک

۳- محاسبات و تاریخ برای استحکام طولی، عرضی و مقطعی

۴- راهنمای عملیات که دربر گیرنده راهنمای بالاست‌گیری نیز باشد.

۵- جانمایی تانکها که بیانگر ماکزیمم هدهای کاری، ارتفاعهای سرریزها و لوله‌های هوا و محل قرارگیری آنها و داده‌هایی که نشان دهندهٔ ماکزیمم تغییرات هدهای کاری باشد.

۶- مشخصات پوششها

۷- طرح و نقشه دربر گیرنده تستهای لازم

۲-۲-۴ بازرسی حین ساخت

از زمان شروع کار ساخت تا زمان کامل شدن داک، بازرسان مؤسسات رده‌بندی، مواد، پرسنل ساخت و روند ساخت را آزمایش و تأیید می‌نمایند. نیازمندیهای بازرسی عبارتند از:

الف: آزمون و تأیید مواد مصرفی

ب: آزمون و تأیید جوشکاران

omoorepeyman.ir

ج: بررسی و تأیید روشهای اجرایی جوشکاری (**W.P.S.**) و آزمون عملی آن (**P.Q.R.**)

د: بازرسی از مراحل مختلف ساخت و مونتاژ

هـ : بازرسی برای تأیید آزمونهای بند ۲-۲-۵

◄ ۲-۲-۵ آزمون

در حین انجام بازرسیهای رده‌بندی، آزمونهای زیر باید انجام گیرند:

۲-۲-۵-۱ آزمون مخازن

تمامی تانکها متشکل از مخازن خالی و جدا کننده‌ها، باید به صورت جداگانه تحت فشار آب معادل با بزرگترین فشار کاری تانک، تحت آزمون قرار گیرند. بعدبندی مخازن بر اساس ماکزیمم اختلاف فشار در طول بهره‌برداری می‌باشد. در طول آزمایش باید مراقب بود که فشار از حد اختلاف فشار طراحی بالاتر نرود. آزمون مخازن باید برنامه‌ریزی شده باشد و گاهی مؤسسات رده‌بندی، جزئیات آن را نیز برای بررسی درخواست می‌نمایند.

۲-۲-۵-۲ آزمونهای نهایی

آزمونهای نهایی زیر باید بر روی داک انجام شود:

الف: داک در حالتی که ارتفاع آزاد آن تا عرشه بالایی حفظ شده باشد، غوطه‌ور گردد.

ب: داک با وزن سبک و تأمین ظرفیت باربری در حالت ارتفاع آزاد حداقل داک غوطه‌ور گردد.

ج: تعیین مرکز ثقل با انجام آزمایش غلتش.

د: تعیین تغییر شکلهای دایمی در شرایط اولیه (شرایط اولیه، شرایطی است که تمامی تانکها برای مصرف آب شیرین، سوخت و ... به طور کامل پر، ولی سایر تانکها خالی باشند. فقط می‌تواند آب ساکن تانکهای بالاست موجود بوده ولی جرثقیلها باید در شرایطی باشند که آبخور مناسب داشته باشند.).

omoorepeyman.ir

۲-۲-۵-۳ سیستمهای کلی

کاربرد موتور پمپها، لوله‌کشیهای کنترل از راه دور یا کنترل خودکار و سیستمهای اطفای حریق، باید مطابق با قوانین کشتیها توسط سازنده آزمایش شود. اگر چه ممکن است شرکت رده‌بندی کننده بازرسی حضوری، بازرسان را برای سازنده حذف کند، اما موضوعات ذکر شده برای ارایه گواهینامه سازنده، باید به طور رضایتبخش اجرا شده و بعد از نصب، توسط بازرسان تأیید شود. تمام ماشین‌آلات و سیستمهای وابسته، برای رده‌بندی داک بعد از نصب در حضور بازرس آزمایش می‌شوند.

۲-۲-۵-۴ آزمایش و بازرسیهای تجهیزات الکتریکی

الف: آزمایش تجزیه مقاومت

ب: آزمایش عملکرد تجهیزات اساسی الکتریکی

ج دیگر آزمایشها و بازرسیهای در نظر گرفته شده توسط شرکت رده‌بندی

◄ ۲-۲-۶ بازرسی ورود به رده‌بندی

بازرسی ورود به رده‌بندی برای داکی که در طول ساخت تحت بازرسی نبوده است، مطابق روند زیر می‌باشد:

الف: ارایه نقشه‌ها و مدارک مورد نیاز

نقشه‌های نشان دهنده ابعاد اصلی و جانمایی واقعی داک و مدارک ویژه‌ای که در بند ۲-۲-۱ آورده شده‌اند، باید برای بررسی و تأیید به شرکتهای رده‌بندی ارایه شوند.

ب: بازرسیهای مورد نیاز

در تمام موارد، نیازمندیهای بند ۲-۲-۷-۳ باید به طور کامل انجام شوند. در طول بازرسی، بازرسان باید راجع به کارگران و اثبات صحت بعدبندی و جانمایی، رضایت حاصل نمایند. برای این منظور و به منظور تخمین میزان خرابیها، در صورت لزوم، قسمتهایی از سازه باید باز شود. داکهای تازه‌تأسیس به توجهات ویژه‌ای احتیاج دارند.

omoorepeyman.ir

۲-۲-۷ بازرسیهای دوره‌ای و مقطعی

۲-۲-۷-۱ کلیات

برای استمرار تأیید یک داک در طول مدت بهره‌برداری نرمال توسط مؤسسه رده‌بندی، باید داک مورد نظر تحت بازرسیهای دوره‌ای و بازرسیهای خساراتی و تعمیراتی، مطابق با قوانین شرح داده شده در این قسمت قرار گیرد.

اصول قوانین بازرسی کشتیها تا آنجا که به داک وابسته باشد برای آنها به کار گرفته می‌شود، مگر در حالتهای خاصی که از قوانین این قسمت نیز استفاده می‌شود.

۲-۲-۷-۲ بازرسی میان دوره‌ای

بازرسی میان دوره‌ای، در هر دو سال بهره‌برداری یک بار انجام خواهد شد و در هر بازرسی، باید قسمتهای ذکر شده در زیر، مورد بررسی و بازرسی قرار گیرند:

۱- پانتون، عرشه بالایی، عرشه ایمن، ورقه دیواره‌ها بالای خط آب سبک،کیل و بلوکهای کناری و پایه‌های اصلی آنها.

۲- لوله‌های سرریز، لوله‌های هوا و لوله‌های در رو هوا که در زیر عرشه‌ها و راهگاههای آب امتداد می‌یابند.

۳- راههای عبور و مرور، نردبان و ریلهای محافظ و دیگر وسایل حفاظتی که امکان دسترسی به تمام فضاهای باز را می‌دهد.

۴- سیستمهای هشدار دهنده.

۵- وسایل جلوگیری از آتش‌سوزی و اطفای حریق.

۶- ماشین‌آلات و پمپ و دیگر تجهیزات.

۲-۲-۷-۳ بازرسی دوره‌ای ویژه

بازرسی دوره‌ای ویژه، یک بار در طول چهار سال بهره‌برداری باید انجام شود. بازرسی دوره‌ای ویژه، شامل تمام موارد بازرسی میان دوره‌ای می‌باشد و همچنین بازرسان باید توسط آزمایشهایی که انجام

omoorepeyman.ir

می‌دهند از وضعیت خوب تمام موارد حفاظتی منفذها اطمینان حاصل کنند. به نیازمندیهای زیر نیز در موارد خاص پرداخته خواهد شد:

الف: مخازن پانتون و دیواره‌های داکهای شناور تمیز شده و از درون، توسط آب آزمایش می‌شوند. بسته به نظر بازرسان، تا وقتی که داک بیشتر از ۱۲ سال از عمرش نگذشته باشد، قسمتهایی از سازه اصلی شناور از نظر داخلی نیازی به آزمایش ندارند.

ب: فضاهای بالای عرشه ایمنی از نظر داخلی، خطوط انتقال لوله و غیره آزمایش می‌شوند. همچنین تیوپی هوای لوله‌های ورودی هوا که زیر عرشه امتداد یافته‌اند، باید آزمایش شوند.

ج: در مواردی که سطوح ورقها از سیمان، مواد مرکب و یا چوب پوشیده شده است، پوشش برای انجام آزمایشهای لازم ورقه‌ها تا حد لزوم باید برداشته شود.

د: لازم است که ضخامت هر قسمت از سازه که ضایعات آن به طور کامل مشهود است، با نظر بازرسان اندازه‌گیری شود. همچنین در صورت لزوم، سازه مورد تجزیه و نوسازی قرار می‌گیرد.

برای داکهای با عمر بیش از ۱۲ سال، بازدیدهای دوره‌ای ویژه نیاز خواهد بود که علاوه بر نیازمندیهای خاص مذکور در بالا، لازم است که ضخامت سازه توسط یک روش تأیید شده برای ارزیابی وضعیت عمومی، اندازه‌گیری شود. به عنوان مثال در روش دو تسمه، ضخامت در طول **۰/۴L** از وسط طول داک، سنجیده می‌شود.

بازرسی کف بیرونی زیر خط آب سبک، در هر بازرسی دوره‌ای ویژه انجام خواهد شد. بازرسی ممکن است با ترکیبی از کارهای زیر انجام شود، اگر چه برای افزایش فواصل آزمایشهای زیر خط آب، می‌توان با صحبت کردن در مورد وضعیت داک با شرکت رده‌بندی، ملاحظات ویژه‌ای در نظر گرفت.

الف: غلتش عرضی داک برای آزمایشهای جزیی کف

ب: اندازه‌گیری ضخامت ورقها به روش مافوق صوت

ج: عکس‌برداری زیر آب

د: فیلم‌برداری زیر آب

هـ : تست کردن توسط غواصان

omoorepeyman.ir

بازرسی دیگهای بخار، مطابق با قوانین کشتیها می‌باشد. بازرسی ماشین‌آلات، لوله‌کشیها، دریچه‌ها، پمپها و تجهیزات الکتریکی نیز مطابق با قوانین کشتیها می‌باشد.

۲-۲-۷-۴ خسارات و تغییرات

خسارات و یا تغییرات سازه، ماشین‌آلات و یا تجهیزات که بر روی رده‌بندی تأثیر می‌گذارند، باید توسط بهره‌بردار یا نماینده وی، برای انجام آزمایشها توسط بازرس به شرکت رده‌بندی ارایه شوند.

۲-۲-۸ تدارکات و مساعدت بازرسی

تمام تدارکات برای انجام بازرسی باید توسط متقاضی فراهم شود. متقاضی یا نماینده او باید برای مساعدت لازم جهت بازرسی، همراه بازرس حضور داشته باشد.

۲-۳ جانمایی عمومی

۲-۳-۱ عرشه ایمن

عرشه ایمن، در فاصله‌ای از زیر عرشه بالا قرار می‌گیرد تا در حالی که تمام مخازن زیر عرشه ایمن غوطه‌ور شده باشند و همچنین بارگذاری روی **Keel block** نباشد، (یعنی داک هنوز کشتی یا کشتیها را بلند نکرده باشد) یک ارتفاع آزاد قابل قبول از عرشه بالا تا خط آب به وجود آید.

در این صورت یک جانمایی مناسب دیگر هم باید برای عرشه ایمن به مانند یک بالشتک هوا پیش‌بینی شود، که شرایط ویژه‌ای را طلب می‌کند. این شرایط ویژه که برای یک عرشه ایمن لازم است، نسبت به عمق آبی که بهره‌برداری عرشه در آن عمق مورد نظر است، در نظر گرفته شده است.

۲-۳-۲ عرشه بالایی

داک به یک عرشه بالایی آب‌بند مجهز می‌شود. آب‌بند به این منظور است که آبهای بارش و غیره، بتوانند از مسیرهای دهانه خارج شوند و به مکانهای دیگر نفوذ نکنند.

omoorepeyman.ir

۲-۳-۳ تهویه و مسیرهای دسترسی

تمام مخازن باید دارای لوله‌های هوا و یا سرریز باشند، به گونه‌ای که انتهای این لوله‌ها باید به اندازهٔ کافی بالای حداکثر خط آبخور داک در زمان غوطه‌وری کامل قرار بگیرند.

۲-۳-۴ جدا کننده تانکها

قسمتهایی که سوخت حمل می‌کنند، باید از قسمتهایی که آب شیرین یا آب حمل می‌کنند جدا شوند.

۲-۴ ارتفاع آزاد و پایداری

۲-۴-۱ ارتفاع آزاد

۲-۴-۱-۱ ارتفاع آزاد تا عرشه بالایی

وقتی داک تا ماکزیمم آبخور خود غوطه‌ور است، ارتفاع آزاد تا عرشه بالایی نباید کمتر از یک متر شود.

۲-۴-۱-۲ ارتفاع آزاد تا عرشه پانتون

ارتفاع آزاد تا عرشه پانتون در ماکزیمم وضعیت کاری، وقتی که یک کشتی مطابق با ظرفیت بالا برای داک بالا برده شده است، نباید از۳۰۰ میلیمتر در خط مرکزی و ۷۵ میلیمتر در دیواره‌های داخلی کمتر باشد. البته جرثقیلهای داک نباید در وضعیتی باشند که غلتش طولی ایجاد کنند.

۲-۴-۱-۳ ارتفاع آزاد، به سبب آبهای محافظت نشده

اگر عملکرد داک به نحوی باشد که نتواند در مقابل امواج آبهای حفاظت نشده از خود محافظت کند، ارتفاع آزاد بیشتر از مقادیری که در بندهای ۲-۴-۱-۱ و ۲-۴-۱-۲ داده شده است لازم می‌باشد.

omoorepeyman.ir

۲-۴-۲ پایداری

۲-۴-۲-۱ کلیات

برای پایداری داک در وضعیت آبهای حفاظت شده، قوانین زیر به کار می‌روند و اگر عملکردهای دیگری مثل آبهای حفاظت نشده مورد نظر باشد، باید ملاحظات خاصی به کار گرفت.

۲-۴-۲-۲ ارتفاع متاسنتریک GM

به طور کلی ارتفاع متاسنتریک **GM** اولیه در هیچ‌کدام از وضعیتهای بارگذاری زیر، نباید از ۱ متر کمتر باشد. برای وضعیتهای گذرای کوتاه‌مدت، ارتفاع متاسنتریک **GM** کوچکتر هم می‌تواند مورد قبول باشد.

۱- داک در حالتی که با ارتفاع آزاد حداقل تا عرشه بالایی غوطه‌ور باشد.

۲- داک با پانتون غوطه‌ور تا سر با غیر مساعدترین شناور واقعی مهار شده روی بلوکها باشد.

۳- داک در وضعیت نهایی کاری با شناورهای واقعی در نامساعدترین حالت بر روی قطعات باشد.

۲-۴-۲-۳ نمودار پایداری استاتیک

نمودار پایداری استاتیک به انضمام منحنی گشتاور ایجاد شده توسط باد برای طراحی وضعیت ۳ بند ۲-۲-۲-۴ ارایه می‌شود. به طور کلی نقطه برخورد میان منحنی پایداری استاتیک و منحنی گشتاور ایجاد شدهٔ باد، تحت هیچ شرایطی نباید از زاویه‌ای که بخشی از عرشه پانتون را غوطه‌ور می‌کند، زیادتر گردد.

۲-۴-۲-۴ گشتاور ایجاد شده در اثر باد

گشتاور ایجاد شده توسط باد از فرمول زیر بر حسب تن‌متر محاسبه می‌شود:

$$0.625\times10^{-4}\times V^2 A\, H\ (t.m) \qquad (۳)$$

که در آن:

A: سطح طولی تصویر شده در هر مرحلهٔ داک شدن شناور.

H: مسافت عمودی از مرکز سطح تا خط آب داک به اضافهٔ نصف آبخور داک بر حسب متر.

omoorepeyman.ir

V: سرعت باد بر حسب متر بر ثانیه که نباید از ۲۵ متر بر ثانیه بیشتر باشد.

به طور کلی مقدار سرعت باد به منطقه بهره‌برداری و عملکرد داک بستگی دارد که در هر مرحلهٔ باید در نظر گرفته شود.

۲-۵ ساختمان بدنه

۲-۵-۱ کلیات

۲-۵-۱-۱ مواد

این قوانین برای ساخت داکها یا کشتیهایی از فولاد نورد شده مخصوص می‌باشد. در مواردی که فولاد با استحکام بالا استفاده می‌شود، سازه توسط مؤسسه رده‌بندی بررسی خواهد شد.

فولاد برای قسمتهای اصلی داک استفاده شود. فولاد با درجه $\frac{A}{D}$ نیز برای اعضای سازه اصلی و همچنین ورقه‌های عرشه، ورقه‌های پوسته و تیرهای اصلی که در **۰/۴L** از وسط طول قرار دارند و همچنین در مواردی که ضخامت بیش از ۳۰ میلیمتر باشد، می‌تواند استفاده شود.

اگر داک در مکانی به کار رود که معمولاً دمای هوا در زمستان زیر صفر درجه سانتیگراد باشد، شکست فولاد در اثر سختی در شرایط ویژه رخ خواهد داد و لذا این مورد نیز باید بررسی گردد.

۲-۵-۱-۲ جوشکاری

جوشکاری و اتصالات جوش تا جایی که برای داک عملی باشد، مطابق با قوانین کشتیها اجرا می‌شود. در بعضی موارد، جوشکاری ممکن است مطابق با استانداردهای دیگر انجام شود که باید تمام جوشکاریها با آن قوانین هماهنگ باشد.

۲-۵-۱-۳ محافظت از خوردگی

تمام سطوح بیرونی و درونی سازه بجز مخازن سوخت، توسط رنگهای مناسب ترکیبی یا دیگر مواد مؤثر در مقابل خوردگی حفاظت می‌شود. در مواردی که پوشش محافظ مخصوص یا روشهای دیگر برای

omoorepeyman.ir

سطوح داخلی و خارجی استفاده شود، اگر مؤثر بودن این روشها برای کنترل خوردگی از طرف شرکت رده‌بندی پذیرفته شود، کاهش ویژه‌ای در بعدبندی در نظر گرفته می‌شود.

۲-۵-۱-۴ ساختمان عمومی

قوانین این قسمت برای داکهای فولادی با انواع زیر به کار گرفته می‌شوند:

۲-۵-۱-۴-۱ نوع صندوقی

داکی است که کف پانتون و هر دو دیواره داک، ممتد و جدا نشدنی می‌باشند.

۲-۵-۱-۴-۲ نوع پانتون (قطعه قطعه)

داکی است که دیواره داک ممتد می‌باشد و کف، شامل پانتونهای غیر ممتد می‌باشد. در این حالت پانتونها یا به صورت دایمی یا به صورت جدا شدنی به دیواره داک متصل می‌شوند.

لازم به ذکر است که باید از تنشهای زیاد حاصل از تمرکز تنش اعضای سازه داک تا حد امکان پرهیز شود.

◄ ۲-۵-۲ استحکام طولی

۲-۵-۲-۱ استحکام طولی

استحکام طولی داک برای کاربردی‌ترین حالتی که انتظار می‌رود و همچنین وضعیت گذرا در طول عملکرد نرمال حساب می‌شود. در چنین وضعیتی فرض می‌شود که کشتی با وزنی معادل با ماکزیمم ظرفیت بالابری داک و کوچکترین طول کشتی L_S، بر روی خرک مرکزی مهار شود.

مرکز طول شناور، روی وسط طول داک قرار می‌گیرد و ارتفاع آزاد در عرشه پانتون، مطابق با توضیحات بند ۲-۴-۱-۲ در نظر گرفته می‌شود. سطح آب بالاست در طول L و سطح آب جبران کننده بالاست نیز باید ثابت باشند. اگر چه اندازه‌گیریها باید در حالت عملکرد طبیعی انجام شوند، اما در مواردی که عملکرد طبیعی داک باید توسط تغییر وضعیت بالاست انجام شود، می‌توان موافقتهای ویژه‌ای با مؤسسه رده‌بندی انجام داد.

omoorepeyman.ir

۲-۵-۲-۲ شرایط یدک‌کشی

اگر داک در تمام اوقات کاری در آبهای حفاظت نشده تردد نماید، ملاحظات ویژه‌ای در استحکام طولی در نظر گرفته می‌شود.

۲-۵-۲-۳ منحنی وزن شناور

منحنی وزن شناور بررسی شده، به مانند یک مستطیل یا یک سهمی می‌باشد که ماکزیمم آن در وسط آن قرار گرفته باشد. طول هر سطح L_S می‌باشد.

۲-۵-۲-۴ اساس مقطع

محاسبه اساس مقطع، شامل تمام اعضایی می‌شود که استحکام طولی آنها تأثیر دایمی بر بدنه دارد. اساس مقطع سازه بدنه در قسمت وسط طول و همچنین ۰/۴L از وسط طول داک باید حفظ شود مگر این که داک دارای طول بسیار بزرگ باشد و یا طبق منحنی گشتاور، استحکام ویژه‌ای را لازم داشته باشد. در این حالت اساس مقطع بدنه باید در طول بیشتری حفظ شود.

۲-۵-۲-۵ فرمولهای تقریبی برای به دست آوردن اساس مقطع

با در نظر گرفتن بندهای ۲-۵-۲-۱ و ۲-۵-۲-۳ و ۲-۵-۲-۴، اساس مقطع به طور معمول برای مواردی که ظرفیت بالابری داک بیش از ۴۰،۰۰۰ تن نباشد، از فرمول زیر بر حسب متر مکعب محاسبه می‌شود.

$$Z = 2.35QL\,(cm^3) \qquad (۴)$$

که در آن Q ماکزیمم ظرفیت بالابری بر حسب تن می‌باشد.

۲-۵-۲-۶ راهنمای عملکرد

اطلاعات وضعیت بارگذاری برای استحکام طولی، باید در راهنمای عملکرد گنجانده شود. ممکن است در ظرفیتی کمتر از ظرفیت بالابری ماکزیمم، شکست در اثر گشتاور خمشی و یا تنش برشی رخ دهد. چنین وضعیتی باید بررسی شود و در راهنمای عملکرد نیز گنجانیده شود.

omoorepeyman.ir

۲-۵-۲-۷ کنترل تغییر شکلها

ماکزیمم تغییر شکل مجاز باید به تأیید مؤسسات رده‌بندی برسد. این تغییر شکل نباید تنشی بیش از ۱۴/۵ کیلوگرم بر متر مربع ایجاد نماید.

◄ ۲-۵-۳ استحکام عرضی

۲-۵-۳-۱ وضعیت بارگذاری

استحکام عرضی داک برای عمومی‌ترین حالت آن و همچنین وضعیت گذرا در طی عملکرد طبیعی محاسبه می‌شود و برای وضعیتهای شرح داده شده زیر امتحان می‌گردد:

الف: وضعیت شناور داک شده، همان‌طور که در بند ۲-۵-۲-۱ تعریف شده است. فرض بر این است که شناور داک شده به طور طبیعی تنها توسط خرک مرکزی مهار می‌شود.

ب: وضعیت گذرا: داک از آب بیرون آمده و با یک شناور واقعی که بر روی بلوکها مهار شده و عرشه پانتون در معرض فشار آب، درست زیر بالاترین نقطه قرار گرفته همراه می‌باشد و آبهای بالاست نیز در مخازن باشند.

۲-۵-۳-۲ تنش مجاز

تحت وضعیت بارگذاری بند ۲-۵-۳-۱، تنش فشاری یا کششی در عضوهای عرضی، از ۱۷ کیلوگرم بر میلیمتر مربع نباید بیشتر شود و تنش برشی نیز در عضوهای عرضی نباید از ۱۰ کیلوگرم بر میلیمتر مربع بیشتر شود.

۲-۵-۳-۳ فرمول تقریبی

در مواردی که ماکزیمم ظرفیت بالابری داک بیش از ۴۰,۰۰۰ تن نباشد و اگر ضخامت بالاترین و پایین‌ترین ورقه پانتون از مقادیر ارایه شده زیر کمتر نباشند، محاسبات استحکام عرضی حذف می‌شود.

۲-۵-۳-۳-۱ نوع صندوقی

ضخامت بر حسب میلیمتر از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

omoorepeyman.ir

$$t = 0.0047\,B^2 \qquad (۵)$$

B:عرض پنتون برحسب متر

۲-۵-۳-۳-۲ نوع پانتون قطعه قطعه

در این نوع، ضخامت یا از فرمول فوق محاسبه می‌شود و یا از فرمول زیر هر کدام که بزرگتر بود.

$$t = 0.033\frac{Q\,L_p}{L_{dp}} \qquad (۶)$$

طوری که:

Q: ماکزیمم ظرفیت بالابری بر حسب تن.

L_P: طول قطعات پانتون بر حسب متر که از کنار خط مرکزی داک اندازه‌گیری می‌شود.

d_P: عمق پانتون در مرکز بر حسب متر.

۲-۵-۴ جزئیات سازه و استحکام موضعی

۲-۵-۴-۱ جانمایی سازه

یک تیر مرکزی یا عضو طولی، برای حمایت کافی خرک مرکزی تعبیه می‌شود. تیرهای کناری یا عضوهای عرضی برای حمایت بلوکهای کناری تعبیه می‌شوند.

۲-۵-۴-۲ کمانش

ساختمان پانلها و اعضای سازه بدنه، برای جلوگیری از کمانش باید به اندازه کافی تقویت شده باشند.

۲-۵-۴-۳ ورقه‌های مخازن و پوسته

ضخامت ورقه‌های مخازن و پوسته نباید از مقدار به دست آمده از فرمول زیر بر حسب میلیمتر کمتر شود. اگر چه مینیمم ضخامت، برای ورقه مخازن ۶/۶ میلیمتر و برای ورقه پوسته ۷ میلیمتر می‌باشد.

$$t = 3.6S\sqrt{h} + 2.5 \qquad (۷)$$

طوری که:

omoorepeyman.ir

S: فاصله بین تقویت کننده‌ها، فریمها و غیره بر حسب متر.

h: برابر با ۲/۵ متر یا مطابق موارد شرح داده شده زیر، هر کدام که بزرگتر باشد.

۲-۵-۴-۳-۱ برای مخازن

فاصله عمودی اندازه گرفته شده از پایین‌ترین نقطه ورق تا نقطه وسط بین بالای مخازن و بالای لوله‌های جریان بر حسب متر در نظر گرفته می‌شوند. به عنوان یک روش دیگر، ماکزیمم اختلاف فشار تعیین شده در بند ۲-۵-۴-۷ می‌تواند برای مخازن بالاست استفاده شود.

۲-۵-۴-۳-۲ برای جدا کننده‌ها و فضاهای خالی

فاصله عمودی اندازه گرفته شده از لبه پایینی ورق تا ماکزیمم خط آب غوطه‌ور بر حسب متر.

۲-۵-۴-۴ تقویتی و فریم تانکها

اساس مقطع تقویتی و فریم تانکها نباید از مقدار به دست آمده از فرمول زیر بر حسب سانتیمتر مربع کمتر شود.

$$M = 6.65CShl^2 \qquad (۸)$$

طوری که:

S: فاصله بین تقویت کننده‌ها، فریمها و غیره بر حسب متر.

l: فاصله تقویت کننده‌ها یا فریمها بر حسب متر.

C: ضریب که بر اساس نوع اتصالهای انتهایی و مطابق جدول ۲-۱ می‌باشد.

h: برابر با ۲/۵ متر یا مطابق موارد زیر، هر کدام که بزرگتر باشد.

omoorepeyman.ir

جدول ۲-۱ مقادیر ضریب C

نوع اتصال یک سر تقویتی	نوع اتصال سر دیگر تقویتی		
	اتصال به صورت براکت	استقرار بر روی شاه‌تیر	آزاد (غیر متصل)
اتصال به صورت براکت	۰/۷	۰/۸۵	۱/۳
استقرار بر روی شاه‌تیر	۰/۸۵	۱	۱/۵
آزاد (غیر متصل)	۱/۳	۱/۵	۱/۵

۲-۵-۴-۴-۱ برای مخازن

فاصله عمودی اندازه گرفته شده از وسط **l** برای شاه‌تیرهای عمودی و **S** برای شاه‌تیرهای افقی تا وسط فاصله لوله‌های جریان بر حسب متر. به عنوان یک روش دیگر، ماکزیمم اختلاف فشار تعیین شده در بند ۲-۵-۴-۷ می‌تواند برای مخازن بالاست استفاده شود.

۲-۵-۴-۴-۲ برای جدا کننده‌ها و فضاهای خالی

فاصله عمودی اندازه گرفته شده از لبه پایینی ورق تا ماکزیمم خط آب غوطه‌ور بر حسب متر.

۲-۵-۴-۵ شاه‌تیرها، فریمهای اصلی و غیره

اساس مقطع شاه‌تیرها، فریمهای اصلی و غیره که حمایت کننده تقویت کننده‌های مخازن یا فریمها هستند، نباید از مقدار به دست آمده زیر بر حسب سانتیمتر مربع کمتر باشد.

$$Z = 7.13Shl^2 \qquad (۹)$$

که در آن:

S: عرض منطقه حمایت شده توسط تیرها، جان فریمها و غیره بر حسب متر.

l: فاصله تقویت کننده‌ها یا فریمها بر حسب متر.

h: برابر با ۲/۵ متر یا مطابق موارد زیر، هر کدام که بزرگتر باشد.

omoorepeyman.ir

۲-۵-۴-۵-۱ برای مخازن

فاصله عمودی اندازه گرفته شده از پایین‌ترین نقطه ورق تا نقطه وسط بین بالای مخازن و بالای لوله‌های جریان بر حسب متر و یا به عنوان یک روش دیگر، ماکزیمم اختلاف فشار تعیین شده در بند ۲-۵-۴-۷ می‌تواند برای مخازن بالاست استفاده شود.

۲-۵-۴-۵-۲ برای جدا کننده‌ها و فضاهای خالی

فاصله عمودی اندازه گرفته شده از لبه پایینی ورق تا ماکزیمم خط آب غوطه‌ور بر حسب متر.

ضخامت ورقه‌های جان تقویت کننده‌ها نیز نباید از **S**۰/۰۱ کمتر باشد، به طوری که **S** مقدار کمتر بین دهانه تقویت کننده‌ها و عمق ورقه‌های جان بر حسب متر می‌باشد.

۲-۵-۴-۶ تیر عرضی

سطح مقطع تیر عرضی در مواردی که بین تقویت کننده‌ها، فریمها، تیرها، جان فریمها و غیره به کار می‌رود، نباید از مقدار به دست آمده از رابطهٔ زیر بر حسب سانتیمتر مربع کمتر باشد.

$$A=2.2\ SBH \qquad (۱۰)$$

که در آن:

S: فاصله بین تقویت کننده‌ها بر حسب متر که توسط تیر عرضی حمایت می‌شود.

B: فاصله بین نقطه وسط دو دهانه تقویت کننده‌های مجاور که توسط تیر عرضی حمایت می‌شود.

H: ماکزیمم فشار بر حسب متر که تا حد امکان مطابق با بندهای ۲-۵-۴-۶ و یا ۲-۵-۴-۷ اندازه‌گیری می‌شود.

۲-۵-۴-۷ اختلاف فشار ماکزیمم

در مواردی که اختلاف فشار ماکزیمم برای طراحی مخازن بالاست استفاده می‌شود، اختلاف فشار بر پایه بالاترین سطحی که آب در هر سازه کناری در موقع بهره‌برداری دارد، اندازه‌گیری می‌شود.

omoorepeyman.ir

اختلاف فشار طراحی با یک تفاوت احتیاطی مناسب نسبت به اختلاف فشار واقعی در حین بهره‌برداری اندازه گرفته می‌شود. داده‌های ضروری برای عملکرد داک با چنین طراحی محدودی، شامل عملکرد دستی نیز می‌شود.

۲-۵-۴-۸ عرشه بالایی

ضخامت ورقه‌های عرشه بالایی نباید از ۷ میلیمتر و یا مقدار **S**۰/۰۱ (هر کدام بزرگتر بود) کمتر باشد به طوری که **S** فاصله بین شاه‌تیرها بر حسب متر می‌باشد.

اساس مقطع شاه‌تیر عرشه بالایی نباید از مقدار رابطهٔ زیر بر حسب متر مکعب کمتر باشد.

$$Z = CSL^2 \qquad (۱۱)$$

که در آن:

C: برای شاه‌تیر طولی با **L**۰/۴ از وسط طول برابر با ۱۴/۵ و برای شاه‌تیر عرضی و شاه‌تیر طولی که در جلو و عقب شناور قرار دارند برابر با ۵/۴ می‌باشد. برای شاه‌تیرهای طولی دیگر، **C** بین ۵/۴ تا ۱۴/۵ در نظر گرفته می‌شود.

S: فاصله بین شاه‌تیرها بر حسب متر.

L: دهانه بین شاه‌تیرها بر حسب متر.

اساس مقطع تیرهای عرضی عرشه بالایی، نباید از مقدار رابطهٔ زیر بر حسب سانتیمتر مربع کمتر باشد.

$$Z = 6.166bl^2 \qquad (۱۲)$$

که در آن:

b: فاصلهٔ بین نقاط وسط دو دهانه شاه‌تیرهای مجاور حمایت شونده توسط تیرها بر حسب متر.

l: دهانه تیرها بر حسب متر.

۲-۵-۴-۹ عرشه ایمن

بعدبندی عرشه ایمن مخازن، مطابق با بندهای ۲-۵-۴-۳ و ۲-۵-۴-۶ می‌باشد. بعدبندی عرشه ایمن مخازن، بر اساس شرایط زیر می‌باشد:

omoorepeyman.ir

الف: ضخامت ورقه‌های عرشه نباید از ۶/۵ میلیمتر کمتر باشد و یا از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$t = 3.9Sh\sqrt{2.5} \quad (۱۳)$$

که در آن:

S: فاصله شاه‌تیرها بر حسب متر.

h: بارگذاری عرشه بر حسب تن بر متر مربع.

ب: اساس مقطع شاه‌تیر عرشه نباید از مقدار به دست آمده از فرمول زیر بر حسب سانتیمتر مربع کمتر باشد.

$$Z = 4.2Shl^2 \quad (۱۴)$$

ج: اساس مقطع تیرهای عرشه نباید از مقدار به دست آمده از فرمول زیر بر حسب سانتیمتر مربع کمتر باشد.

$$Z = 4.73BhL^2 \quad (۱۵)$$

که در آن:

B: مسافت بین نقاط وسط دو دهانه مجاور تیرهای حمایت شده توسط تیرهای فرعی بر حسب متر.

L: دهانه تیرهای فرعی بر حسب متر.

H: بار عرشه بر حسب تن بر متر مربع.

۲-۵-۴-۱۰ ساختمان دیواره‌های غیر آب‌بند

ضخامت جان ورقهای سازه‌های غیر آب‌بند مانند تیرهای مرکزی، تیرهای کناری، ورقهای **Solid floor** پانتون و دیواره‌های **Bulk heads** غیر آب‌بند، به طور معمول نباید از ۰/۰۱S کمتر باشد، که **S** فاصله بین تقویت کننده‌ها بر حسب متر می‌باشد.

۲-۵-۴-۱۱ خرک مرکزی و سازه‌های مهار کننده

به طور معمول بارگذاری خرک مرکزی و سازه‌های مهار کننده، بر اساس فرمول زیر انجام می‌شود.

$$P=1.5\ Q/L \quad (۱۶)$$

طوری که:

omoorepeyman.ir

P: بار بر روی خرک مرکزی و سازه‌های مهار کننده بر روی تمام طول داک بر حسب تن بر متر.
Q: ماکزیمم ظرفیت بالابری داک بر حسب تن.

۲-۵-۴-۱۲ عرشه‌ها

مینیمم بارگذاری بر روی عرشه انتهای داک۶۰۰ کیلوگرم بر متر مربع می‌باشد. ضریب ایمنی نباید کمتر از ۴ باشد.

۲-۵-۴-۱۳ پل گردان

مینیمم بار در انتهای داک برای پل گردان، ۴۰۰ کیلوگرم بر متر مربع می‌باشد. ضریب ایمنی نباید از ۴ کمتر باشد.

۲-۶ ماشین‌آلات و تجهیزات

۲-۶-۱ ماشین‌آلات

فشار قایقها غیر از قایقهایی که متعلق به گروه ۳ است و ماشین‌آلات ضروری مانند ژنراتور رانشی و ماشین‌آلات کمکی که برای عملکرد داک لازم است، مطابق با شروط مربوط به قوانین کشتیها به کار برده می‌شود.

۲-۶-۲ سیستم لوله‌کشی

سیستم لوله‌کشی تا حد امکان مطابق با شروط مربوط به قوانین کشتیها به کار برده می‌شود. داک باید حداقل دو پمپ بالاست آب داشته باشد. جانمایی برای تخلیه آب بالاستها باید طوری باشد که اگر یکی از پمپها خراب شود، پمپ دیگر برای تخلیه هر کدام از بالاستها قابل استفاده باشد.

omoorepeyman.ir

۲-۶-۳ تجهیزات الکتریکی

تجهیزات الکتریکی باید طوری نصب شوند که کمترین ریسک خطر را مانند شوک الکتریکی، آتش‌سوزی و غیره برای وسایل الکتریکی داشته باشند. به بخش **H** قوانین کشتیها برای تجهیزات مراجعه شود.

ماشین‌آلات الکتریکی و کابلها باید مطابق با استانداردهای پذیرفته شده توسط شرکت رده‌بندی باشند و باید تحت شرایط آب و هوایی که به کار می‌روند، مؤثر و ایمن کار کنند.

مدار الکتریکی باید در مقابل اتفاقهای رایج به اضافهٔ اتصال کوتاه، محافظت شود. این وسایل محافظتی باید قابلیت از بین بردن نقص مدار، جلوگیری از اشاعهٔ نقص و خطر آتش‌سوزی را داشته باشند و همچنین قابلیت محفوظ داشتن قدرت الکتریکی برای منبع رانش در مواقع ضروری، چراغها، ارتباطات داخلی و وسایل هشدار دهنده را دارا باشند.

۲-۶-۴ سیستم هشدار دهنده

وسایل هشدار دهنده انحراف و آبخور سطح مخازن و تغییر مکان، طوری تهیه می‌شوند که قادر به عملکرد درست و کنترل صحیح موارد فوق بر روی داک باشند.

۲-۷ محافظت از آتش‌سوزی و اطفای حریق

۲-۷-۱ کلیات

توصیه‌های این قسمت برای حداقل حفاظت از آتش‌سوزی و اطفای حریق بر روی داک، به کار برده می‌شود و نمی‌تواند تمهیدات مناسبی برای جلوگیری از آتش‌سوزی که ممکن است در کشتی داک شده رخ دهد، باشد. همچنین باید توجه داشت که هیچ ارتباطی بین قوانین مقرر شده و دستورالعملهای جهانی کشورهایی که داک تولید می‌کنند، وجود ندارد. پذیرفتن قوانین مقرر شده توسط کشورها، با صلاحدید شرکت رده‌بندی در مجمع قوانین پذیرفته می‌شود.

omoorepeyman.ir

۲-۷-۲ محافظت از آتش‌سوزی

۲-۷-۲-۱ محل اسکان

محل اسکان، کنترل ایستگاهها و فضاهای خدماتی، طوری مرتب شده‌اند که خطر آتش‌سوزی به حداقل کاهش پیدا کند. اتاقهای عرشه از فولاد و یا مواد معادل ساخته می‌شوند.

۲-۷-۲-۲ فضای ماشین‌آلات

دیواره‌های مرزی، فضای ماشین‌آلات و پلکانهای درونی پایین‌تر از عرشه بالایی از فولاد و یا مواد معادل می‌باشند.

۲-۷-۲-۳ رنگ

در محل اسکان، ایستگاههای کنترل، خدمات و فضای ماشین‌آلات، رنگها و روغن جلا، نبایستی از مواد نیترو سلولز یا دیگر مواد اشتعال‌زا استفاده شود.

۲-۷-۳ اطفای حریق

۲-۷-۳-۱ سیستم آتش‌سوزی

پمپهای اطفای حریق، مجموعهٔ لوله‌کشیها و سیستم اطفای حریق اصلی، باید طوری طراحی شوند که مینیمم فشاری که می‌تواند نگهداری شود، حداقل برای پرتاب جت حدود ۱۲ متر از نازلی با اندازه‌هایی که در بند ۲-۷-۳-۲ توضیح داده می‌شود کافی باشد.

یک سیستم اطفای حریق اصلی بر روی هر دیواره داک، می‌تواند طراحی شود. دو قسمت جداگانه به منظور آب حمایت کننده، حمایت کافی از کناره‌ها، یا بستگی به حرکتهای پمپهای اضطراری دارد که برای جلوگیری از آتش‌سوزی داک استفاده می‌شود.

omoorepeyman.ir

۲-۷-۳-۲ شیر آتش‌نشانی، لوله و نازل

تعداد و موقعیت شیرهای آتش‌نشانی طوری است که حداقل دو جت آب نباید از یک شیر آتش‌نشانی صادر شود. هر کدام از شیرها باید به یک لوله منفرد متصل باشد که ممکن است آب را از هر قسمت داک که باشد استفاده کند، مگر آبهایی که در مخازن بالاست و تحت شرایط کاری باشند.

در فضایی که شامل ماشین‌آلات با قدرت **Ps** ۱۰۰۰ و یا بالاتر می‌باشند، دو شیر آتش‌نشانی تعبیه می‌شود. در فضاهایی که شامل ماشین‌آلات با ظرفیت کمتر است، تعبیه یک شیر آتش‌نشانی قابل قبول است.

در مواردی غیر از موارد بالا، چنان‌چه نصب تجهیزات اطفای حریق داخل یک قسمت کوچک به دلیل محدودیت فضا غیر ممکن باشد، تجهیزات شیرهای آتش‌نشانی بیرون و مجاور مدخل ورودی آن قسمت نصب خواهند شد.

طول لوله‌های آتش‌نشانی برای تأمین جت آب مورد نیاز در هر فضایی که ممکن است استفاده شوند، باید کافی و مناسب باشند. طول لوله‌های آتش‌نشانی نباید از ۱۸ متر بیشتر باشد، در حالی که اندازه نازل آنها می‌تواند ۱۲ میلیمتر یا بیشتر باشد.

۲-۷-۳-۳ وسایل اطفای حریق قابل حمل (سبک)

تجهیزات اطفای حریق قابل حمل (سبک) بر روی تابلوهایی در مکانهایی که خطر آتش‌سوزی وجود دارد نصب می‌شوند. داخل محل اسکان، تجهیزات اطفای حریق نصب می‌شود، به طوری که حداقل یک خاموش کننده قابل دسترسی در هر قسمت وجود داشته باشد. مجموع تعداد تجهیزات اطفای حریق مورد نیاز در داخل محل اسکان، بستگی به طرح جانمایی آن دارد.

تجهیزات اطفای حریق قابل حمل، در فضای ماشین‌آلات، به علاوه فضاهایی با موتور الکتریکی و تابلو روشن شدن سویچ و غیره، باید تدارک و پیش‌بینی شوند.

۲-۷-۳-۴ سیستمهای گازی اطفای حریق (CO_2)

برای تزریق گاز CO_2 به داخل فضای ماشین‌آلات به منظور اطفای حریق، لوله‌هایی پیش‌بینی می‌شوند که دارای دریچه‌های کنترل می‌باشند. در ضمن، شیرهای آب در محلهایی قرار داده می‌شوند که

omoorepeyman.ir

به آسانی در دسترس باشند و به طور خودکار در موقع بروز آتش‌سوزی، شروع به کار کنند. پیش‌بینیهای انجام شده مانع از ورود غیر عادی گاز CO_2 به هر قسمت می‌شود.

omoorepeyman.ir

۳

خطوط ریل دریایی و سرسره‌ها

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۳-۱ کلیات

مطالب این فصل، طراحی ریلهای دریایی و سرسره‌ها را پوشش می‌دهد. این تجهیزات امکان بازرسی و تعمیر بخشهای زیر آب شناورهایی که به خشکی آورده شده‌اند را فراهم می‌کنند.

۳-۲ انواع

ریلهای دریایی ممکن است از نوع طولی یا عرضی باشند که هر دو شامل آبراههای شیب‌دار متصل به آب دریا هستند. گهواره‌هایی که بر ریلهای روی زمین حرکت می‌کنند، چرخهای متصل به گهواره یا غلتکهایی که به گهواره متصل نیستند، ماشین‌آلات بالابری و زنجیرها یا کابلهای لازم برای کشیدن گهواره به داخل آب یا خارج از آب، تجهیزات اصلی ریلها می‌باشند.

۳-۲-۱ ریل دریایی طولی

اکثر ریلهای دریایی موجود، از نوع طولی هستند زیرا:

الف: از آنجا که فضای بندر بسیار ارزشمند است، مزیت اصلی ریلهای طولی، نیاز داشتن به فضایی معادل $\frac{۱}{۳}$ فضای مورد نیاز ریل دریایی عرضی می‌باشد.

ب: استفاده از آن ایمن‌تر است و از پیچیدگی کمتری برخوردار است.

ج: اگر یک شناور بلند و کشیده مانند یک ناوشکن، از قسمت سینه به آب انداخته شود و نیروی اعمالی در امتداد خط میانی گهواره و کشتی باشد، بسیار ایمن‌تر از حالتی است که شناور از پهلو و با نیروی وارد بر چند امتداد کشیده شود.

۳-۲-۲ ریل دریایی عرضی

ریلهای دریایی عرضی ممکن است تنها نوع ریلی باشد که می‌توانند در رودخانه بدون جزر و مد استفاده شوند، زیرا:

omoorepeyman.ir

الف: جریان جزر و مدی در آب ایستا وجود ندارد و می‌توان شناور را در زوایای قائم نسبت به جریان، از آب گرفت.

ب: عرض و موقعیت کانال و ترافیک بالا و پایین رودخانه، می‌تواند استفاده از تجهیزات از آب گیری با ریلهای طولی را تحت تأثیر قرار دهد.

ج: ریلهای عرضی برای به آب اندازی شناورهایی با کف صاف و آبخور کم مثل بارجها و شناورهای رودخانه‌ای کاربرد دارند.

۳-۳ انتخاب مکان برای ریلها

۳-۳-۱ نیازها

انتخاب مکان برای ریلهای دریایی، یکی از مشکلات عمده احداث کارخانه کشتی‌سازی در نواحی ساحلی می‌باشد. برای فعالیتهای جدید، شرایط انتخاب محل ریلهای دریایی به صورت زیر است:

الف: بندرگاه حفاظ

ب: کانال با عرض و عمق لازم

ج: فونداسیون سنگی یا خاکی مناسب

د: جزر و مد، جریان، رسوبات و شرایط اقلیمی قابل قبول

هـ: فضای کافی و مکان مناسب برای همه تجهیزات فرعی

۳-۳-۲ ملاحظات خاص

مکانهای انتخاب شده جهت ریلهای دریایی، باید نیازهای محدود کننده خاص و غیر معمول را برآورده کنند که تقبل این نیازها اغلب موقعیتهای انتخابی را غیر عملی، غیر معقول یا غیر اقتصادی می‌کند. نیازهایی که در قسمتهای بعد شمرده شده‌اند، بسیار مهم هستند.

omoorepeyman.ir

۳-۳-۲-۱ فاصله با کانال

فاصله از خط آب بالا یا خط ساحلی تا کانال دسترسی، باید جهت ساخت انتهای فراساحلی ریل کافی باشد. این فاصله باید آبراهی ایمن برای شناورهایی فراهم کند که به ریل می‌رسند یا آن را ترک می‌کنند.

۳-۳-۲-۲ سطح ساحلی

فضای زمین در دسترس شامل سمت جلوی ساحل، باید امکان ساخت بخشهای بیرونی ریل و اتاق کابلهای نگه‌دارنده را فراهم کند. رواداری مجاز کناری و طولی، مسیر بن‌بست جرثقیلها و فضای کار باید فراهم شوند.

۳-۳-۲-۳ فونداسیونها

مقاومت خاک در زیر ریلها باید به اندازه کافی بالا باشد تا امکان طراحی فونداسیون بدون نشست را فراهم کند.

۳-۳-۲-۴ شرایط اقلیمی و جزر و مدی سازگار

مکانهای پیشنهادی باید در مقابل امواج و بادهای احتمالی، حفاظ طبیعی داشته باشند تا از شرایط از آب گیری نامناسب جلوگیری شود. هر چند طراحی باید بر اساس کلیه شرایط نامساعد صورت گیرد.

۳-۳-۲-۵ تجهیزات مهاربندی

تیرهای چوبی و پایه‌های ستونی باید در جهت باد یا در هر دو جهت ریلهای دریایی فراهم شوند تا شرایط برای هدایت شناور به گهواره به وجود آید.

۳-۴ فاکتورهای مشخص کننده ابعاد اصلی ریل

۳-۴-۱ مشخصات شناور از آب گرفته شده

ظرفیت ریل دریایی، بر اساس وزن سنگین‌ترین شناوری که از آب گرفته خواهد شد تعیین می‌شود. بنابراین اطلاعات و داده‌های این شناور باید موجود باشند. اطلاعات شامل موارد زیر می‌باشد:

omoorepeyman.ir

۱- نقشه‌ها
۲- منحنیهای وزن
۳- نقشه‌های از آب گیری
۴- طول کلی
۵- طول کیل
۶- عرض
۷- عمق آب در جلو و عقب
۸- وزن
۹- موقعیت مرکز بویانسی
۱۰- موقعیت مرکز ثقل
۱۱- موقعیت تصاویر سطوح خارجی

۳-۴-۲ حداقل عمق آب در کف (محاسبه ارتفاع بالاروی عمودی گهواره)

عمق آب در کف سیستم ریل دریایی، با در نظر گرفتن مقدار آبخور کشتی و ارتفاع قسمتهای مختلف ریل محاسبه می‌گردد. به عنوان یک معیار جهت طراحی ریل، حاصل جمع ابعاد عمودی عبارت است از ارتفاع خرک مرکزی بالای ریل با گهواره در دورترین موقعیت فراساحلی، به علاوه فاصله مجاز شناور بالای خرک مرکزی در آب حداقل ۳۰ سانتیمتر و همچنین آبخور در پاشنه شناوری که از آب گیری می‌شود.

۳-۴-۳ شیب ریل

ریلهای دریایی با شیب حدود (۷٪- ۶٪) ساخته می‌شوند. ارتفاع بلوکها در بالا یا انتهای ساحلی گهواره، باید تا حد امکان در سطح پایین تعبیه شود تا از خرکهای بلند در انتهای فراساحل جلوگیری شود. کاهش ارتفاع در انتهای فراساحلی خرک مرکزی، می‌تواند به وسیله شیب دادن بالای آن به دست آید. شیب (۱٪) در این قسمت معمولاً استفاده می‌شود.

omoorepeyman.ir

۳-۴-۴ حداقل طول ریل

حداقل طول ریل به صورت زیر مشخص می‌شود.

۳-۴-۴-۱ گهواره روی چرخ

برای گهواره‌های چرخدار، حداقل طول مورد نیاز ریل، مجموع دو بعد افقی زیر می‌باشد:

الف: فاصله‌ای که باید گهواره طی کند تا حداقل عمق آب را بالا برد (بند ۳-۴-۲). این فاصله برابر است با فاصله عمودی تقسیم بر شیب ریل.

ب: طول خرکهای روی گهواره.

۳-۴-۴-۲ گهواره غلتکی

در گهواره‌های طراحی شده برای انتقال روی غلتک، طول حداقل برای چرخها مطابق قسمت الف بند قبل مشخص شده و با فاصله دو برابر عرضی غلتک قرار می‌گیرد. این افزایش طول برای انتقال موقت بخش انتهای فراساحلی و قرار دادن آن در انتهای ساحلی لازم است.

۳-۴-۵ طول کلی

طول کلی ریل دریایی برابر است با حداقل طول ریل (بند ۳-۴-۴) به علاوه رواداریهای مجاز و فاصله لازم برای فضای تجهیزات بالابری. طول ایده‌آل ریل شامل طول حداقل به علاوه گسترش ریل در انتهای ساحلی در حدود ۳۰ متر می‌باشد. این مقدار اضافی اجازه می‌دهد که گهواره جهت بازرسی و تعمیر، بیرون آب پیاده شود.

۳-۴-۶ ابعاد گهواره

ابعاد گهواره بر اساس ماکزیمم آبخور و عرض و طول کلی شناوری که باید از آب گرفته شود، مشخص می‌شود. طول فراهم شده برای بلوکها، از نقشه سیستم کشتیهای مورد بحث برای بزرگترین شناور به دست می‌آید که این فاصله، برای مشخص کردن طول لازم گهواره روی غلتک یا چرخ به کار

omoorepeyman.ir

می‌رود. فضای کار لازم در اطراف شناور، با افزایش طول عرشه به اندازه ۴/۵ متر در هر انتها و افزایش عرض عرشه به اندازه حدود ۱/۵ متر در هر طرف نسبت به ابعاد ماکزیمم شناور فراهم می‌شود.

۳-۴-۷ فضای تجهیزات بالابری

تجهیزات بالابری شامل ماشین‌آلاتی مثل موتور الکتریکی، واگن جعبه‌دنده کاهنده و سیم‌پیچ و ... می‌باشند. برای ریلهای بزرگ (۳۰۰۰ تن)، فضای تجهیزات بالابری حدود ۹ متر عرض و ۱۲/۵ متر طول دارد. یک فضای آسفالت شده با عرض حداقل ۹ متر، باید در پشت قسمت تجهیزات بالابری تعبیه شود تا بین دو بخش ریلها ارتباط برقرار شود.

۳-۵ مشخصات رواداریها

۳-۵-۱ مشخصات شناور

مشخصات شناورها که ممکن است برای از آب گیری لازم شود، متفاوت بوده و باید برای تعیین جنبه‌های کنترلی به صورت کامل مطالعه شوند. مشخصات کنترلی عبارتند از:

۱- جابه‌جایی ماکزیمم
۲- طول کلی ماکزیمم
۳- طول کیل
۴- عرض ماکزیمم
۵- آبخور ماکزیمم جلو و عقب در شرایط از آب گیری
۶- شکل
۷- توزیع وزن
۸- ملحقات و لوازم بدنه کشتی که زیر خط کیل اضافه می‌شوند، ابزار خاصی مانند پروانه، سکان و ابزار ردیابی با صدا نیاز دارند.

omoorepeyman.ir

به کمک این شناور فرضی، طول و عرض آبخور مورد نیاز روی خرکها و سایر مشخصات گهواره و مسیرها به علاوه رواداریهای مورد نیاز، تعیین می‌شوند.

۳-۵-۲ رواداریهای گهواره

به منظور فراهم کردن فضای کافی در اطراف و زیر کشتی جهت کار کردن، لازم است رواداریهای مشخصی به ابعاد شناور اضافه شوند. برای نیازهای خاص، بند ۳-۴-۲ ملاحظه شود.

۳-۶ بارهای طراحی

۳-۶-۱ نیازها

شناورها در وضعیت از آب گیری در شرایط وزن سبک هستند، ولی به طور اضطراری ممکن است نیاز شود که یک کشتی در شرایطی که در وزن کامل می‌باشد از آب گیری شود. سری یدک‌کشها ممکن است تمرکز بار بیشتری نسبت به کشتیهایی از نوع دیگر داشته باشند. ریلهای دریایی و گهواره ریل دریایی برای ماکزیمم واحد بارگذاری طراحی می‌شود که این بارگذاری، از منحنیهای توزیع وزن شناورهای مختلف مشخص می‌گردد.

۳-۶-۱-۱ توزیع بار

تمرکز بار برای دو کشتی، به صورت زیر فرض می‌شود:

الف: یک کشتی، وزنی برابر با ظرفیت ریل دریایی دارد و وزن آن به صورت یکنواخت در طول گهواره توزیع شده است.

ب: کشتی بعدی وزنی کمتر از ظرفیت مورد انتظار ریل دارد ولی منحنیهای توزیع وزن، تمرکز وزن بیشتری را نسبت به کشتی اول نشان می‌دهد.

در چنین شرایطی، ممکن است تجهیزات، مقاومت لازم برای کشتی دوم (یا کشتی کوچکتر) را نداشته باشند. بنابراین نمودارهای توزیع وزن همه شناورهایی که از آب گرفته می‌شوند، باید به دست

omoorepeyman.ir

آیند. همچنین لازم است همه انواع یا مدلهای کشتیهای طراحی شده یا در دست طراحی هم در نظر گرفته شوند.

پس از کسب این اطلاعات، باید سیکل کامل از آب گرفتن شناورها بر روی خرکهای گهواره، بررسی شود. وقتی که یک شناور روی خرکهای گهواره می‌نشیند، انتهای پاشنه در فاصله قابل ملاحظه‌ای بدون تکیه‌گاه است و این موضوع باعث تمرکز وزن روی خرکهای پاشنه می‌شود. این تمرکز بر منحنی توزیع وزن تأثیر می‌گذارد و لازم است که توزیع مجدد وزن با فرضیات مناسب در طراحی در نظر گرفته شود. توزیع مجدد وزن را می‌توان این‌گونه فرض نمود که بخش کاملاً آزاد، در دو یا سه خرک انتهایی متمرکز شده است. این فرض عملاً باعث ایجاد تمرکز بار در واحد طول این محدوده شده و یک شاه‌تیر یا سازه شبکه‌ای در این فاصله لازم می‌باشد.

۳-۶-۱-۲ روش جایگزین توزیع بار

این روش عبارت است از بارگذاری ذوزنقه‌ای بر روی بلوکها که از هم‌راستا قرار دادن مرکز ثقل منحنی وزن کشتی و مرکز ثقل سطح مؤثر مقاوم خرک مرکزی به دست می‌آید. این روش وقتی که بخش کنسولی کشتی بلند نباشد، رضایت‌بخش است.

◄ ۳-۶-۲ منحنی بار ترکیبی

منحنی توزیع وزن مرکب برای شناورهای مفروض (تن بر حسب واحد طول شناور)، نشان دهنده مقدار اضافه بار در انتهای سینه و پاشنه می‌باشد. این منحنی، میانگینی است که به عنوان منحنی بار طراحی گهواره و ریل دریایی استفاده می‌شود.

◄ ۳-۶-۳ فرضیات نادرست منحنی بارگذاری

در تنظیم منحنی بارگذاری ریل دریایی باید از عوامل مختلف ایجاد مشکل آنها اجتناب کرد.

omoorepeyman.ir

۳-۶-۳-۱ طراحیهای پیشین

منحنیهای توزیع وزن به دست آمده از ریلهای دریایی طراحی شده، باید با احتیاط استفاده شوند. این منحنیها تقریب مناسبی برای مشخصات کشتیهای جدید ایجاد نمی‌کنند و خطاهای منحنیها دایمی می‌باشند.

۳-۶-۳-۲ طراحیهای تجاری

معمولاً هیچ شباهتی بین تمرکز بارگذاری در شناورهای نظامی و شناورهای تجاری با جابه‌جایی یکسان وجود ندارد. بنابراین منحنیهای بار استفاده شده در طراحی ریلهای دریایی کشتی تجاری، نباید برای طراحی ریلهای دریایی کشتیهای نظامی استفاده شوند.

◄ ۳-۶-۴ بارگذاری باد

بارهای وارد بر خرکهای جانبی و تعادل مجموعه را به صورت زیر می‌توان در نظر گرفت.

۳-۶-۴-۱ نیروهای واژگونی

وقتی که باد بر کناره‌های شناور از آب گرفته شده می‌وزد، خرکهای جانبی که در جهت باد قرار دارند به دلیل تمایل به واژگونی، در معرض بار اضافی قرار می‌گیرند. بار اضافی باد را به وسیله اعمال فشار کلی باد در مرکز ثقل سطح کناری شناور می‌توان مشخص نمود.

۳-۶-۴-۲ پایداری

علاوه بر بار اضافی باد که بر خرکهای جانبی وارد می‌شود، لازم است که پایداری شناور روی بلوکها و پایداری کل سازه و گهواره روی مسیرهای کف بررسی شوند. هیچ وسیله مهار کننده‌ای بین گهواره و مسیر حرکت وجود ندارد.

omoorepeyman.ir

۳-۷ طراحی ریل دریایی

۳-۷-۱ تعیین بارهای طراحی

موقعیتهای مختلفی که برای بارگذاری ریل دریایی در نظر گرفته می‌شوند عبارتند از:

۳-۷-۱-۱ موقعیت ساحلی

گهواره را در موقعیت ساحلی فرض می‌کنند که ریل دریایی، وزن گهواره و بار زنده وارد بر گهواره را تحمل می‌کند. در این حالت، ریل دریایی در معرض ماکزیمم بار در واحد طول قرار می‌گیرد ولی با حرکت گهواره به سمت دریا، وزن کشتی با اثر بویانسی شروع به کاهش کرده و در نتیجه بار وارد بر ریل دریایی کاهش می‌یابد.

۳-۷-۱-۲ موقعیت فرا ساحلی

در نهایت، حالتی فرا می‌رسد که کشتی کاملاً در آب می‌افتد و تنها بار مؤثر بر ریلها، وزن گهواره و ریلها می‌باشد.

۳-۷-۱-۳ بار وارد بر خرکها

ماکزیمم بار خرک همان‌طور که در بند ۳-۷-۱-۱ گفته شد، در وضعیت بین دو موقعیت ساحلی و فراساحلی گهواره اتفاق می‌افتد.

۳-۷-۲ ارتفاع انتهای فرا ساحلی از سطح دریا

ارتفاع انتهای فرا ساحلی از سطح دریا، بر اساس موارد زیر مشخص می‌شود:

۱- ماکزیمم آبخور جلو و عقب کشتی طراحی شده

۲- شیب ریل یا مسیر حرکت

۳- شیب خرکهای روی گهواره

۴- طول گهواره

omoorepeyman.ir

۵- ارتفاع لبه بالایی بلوک از ریل یا مسیر حرکت
۶- عمق آب بالای بلوکها (با ۳۰ سانتیمتر رواداری) در موقعیت فرا ساحلی گهواره

۳-۷-۲-۱ طراحی بهینه

از آنجا که اغلب ریلهای دریایی به منظور آب گیری شناورها در سطح آب با میانگین بالا طراحی می‌شوند، طراحی بهینه برای آب گیری شناور، در میانگین پایین‌ترین سطح آب صورت می‌گیرد. این موضوع هنگام طراحی ریلهای دریایی و هنگامی که سایر نیازمندیهای پروژه، این امکان را فراهم کند باید مد نظر قرار گیرد.

۳-۷-۲-۲ راندن گهواره

در طراحی ریلهای دریایی و در هنگام از آب گیری شناورها، ممکن است گهواره تا زمانی که پایین‌ترین قسمت آن در انتهای ریل قرار گیرد، به سمت پایین رانده شود. وقتی که غلتکها مورد استفاده قرار می‌گیرند، ممکن است یک قسمت واگن پایین‌تر از قسمت انتهای ریل قرار گیرد، مگر این که از وسایل متوقف کننده استفاده شود. گهواره‌ها را با یک پاشنه کنسولی در انتها می‌سازند تا طول مؤثر ریلها افزایش یابد.

۳-۷-۲-۳ منحنی عمودی

ریلهای دریایی ممکن است به شکل منحنی قوسی ساخته شوند، که البته این ساختار توصیه نمی‌شود. این جانمایی باعث کوتاه شدن ریل و زیاد شدن شیب انتهای فرا ساحل می‌شود، ولی عیب آن متغیر بودن شیب خرک مرکزی بر اساس موقعیت گهواره می‌باشد. بنابراین در عمل برای سیستمهای قوسی، تعبیه بلوکها به سختی صورت می‌گیرد و ساخت این سیستم نسبت به مسیر مستقیم، مشکل‌تر و پر هزینه‌تر خواهد بود.

omoorepeyman.ir

۳-۷-۳ تکیه‌گاه ریل

یک تکیه‌گاه محکم برای پرهیز از تنشهای اضافی ناشی از خروج از مرکز یا خرابی ریل، گهواره و شناور لازم است. ریلها روی شمعها یا پایه‌های بتنی که روی بستر سنگی و یا بستر خاکی قرار گرفته‌اند، نصب می‌شوند.

۳-۷-۳-۱ شمعها

شمعها ممکن است چوبی، بتنی یا فولادی باشد. ماکزیمم بار طراحی برای شمعهای چوبی می‌تواند حدود ۳۰ تن برای هر شمع باشد، یا به صورت دقیق با شمعهای آزمایشی مشخص شود. اعضای سازه‌ای ریلها می‌توانند بتنی یا چوبی باشند. برای مقاومت در برابر بارهای عرضی ناشی از باد، استفاده از شمعهای مایل لازم است. همچنین المانهای عرضی و تیرهای مورب افقی و عمودی را نیز در طرح، با رعایت سهولت اجرا می‌توان تعبیه نمود.

۳-۷-۳-۲ تیرهای ریل

تیرهای ریل را نباید به طور مستقیم روی سر شمعها قرار داد، زیرا نصب شمعها در موقعیت دقیقشان و نیز بردن آنها به زیر آب، به سطح دقیق مورد نظر، عملاً غیر ممکن بوده و کار طولانی، پر هزینه و همراه با کیفیت نامطمئن خواهد شد.

۱- اتصال شمعهای دارای تیر اتصال

در شمعهایی که دارای تیر اتصال می‌باشند، نصب دقیق شمعها از اهمیت کمتری برخوردار بوده و تیرها به راحتی در جای دقیق خود محکم می‌شوند.

۲- اتصال دو شمعی

در حالتی که بارها سنگین هستند، اتصال دو شمع در زیر هر ریل لازم است. در این مورد، هر چهار یا پنج سر شمع، باید در عرض تکیه‌گاههای شمعهای هر دو ریل گسترش یابند و بخشی از سیستم کلی مهاربندی سازه ریل را تشکیل دهند.

omoorepeyman.ir

۳-۷-۴ تعداد ریلها

تعداد ریلها می‌تواند ۲، ۳ یا ۴ باشد. ریلهای دریایی نظامی معمولاً دو ریل دارند. مزیت ۳یا ۴ ریل این است که تکیه‌گاه پیوسته‌ای زیر مرکز گهواره و کیل شناور به وجود می‌آورند.

۳-۷-۵ تکیه‌گاه گهواره

دو روش برای تکیه کردن گهواره روی ریل وجود دارد:

الف: به وسیله سیستم غلتکها

این سیستم غلتکی، از یک طرف با ورق پیوسته‌ای در تماس است که روی عرشه پایینی گهواره قرار دارد و از طرف دیگر، بر روی یک ورق پیوسته که بر روی بستر تثبیت شده می‌غلتد.

ب: به وسیله یک سیستم چرخ

سیستم چرخ به طور کامل به گهواره متصل بوده و بر روی ریل حرکت می‌کند.

۳-۷-۵-۱ سیستم غلتک

مسیر حرکت غلتکها از ورق فولادی که توسط پیچ و مهره به تیر سر شمع متصل شده، ساخته می‌شود. وقتی که صفحه ستون در زیر ورق فوق به کار می‌رود، باید ضخامت ورق در نقاط مختلف ثابت باشد.

۳-۷-۵-۲ سیستم چرخ

در حالتی که گهواره با چرخ مجهز شده باشد، ریلهای استاندارد با اندازه مناسب باید به کار روند تا بارهای چرخ را تحمل کنند. همچنین باید صفحه‌های مقاومی جهت جلوگیری از لهیدگی بین ریلها و تیر سر شمع استفاده شوند. درز انبساط $\frac{۱}{۴}$ اینچ (۷ میلیمتر) بین انتهای اتصالات طول ریل باید به کار رود.

۳-۷-۶ اتصالات ریل

ریلها باید به طور محکم به تیرهای سر شمع متصل شوند. این موضوع در انتهای ریل اهمیت خاصی پیدا می‌کند.

omoorepeyman.ir

۳-۷-۷ غلتکها

غلتکها باید در مقاطع یا محلهای اتصال، مونتاژ شوند و با استفاده از سیستم قاب، یک واگن غلتکی پیوسته را تشکیل دهند.

۳-۷-۷-۱ طول واگن غلتکی

طول واگن غلتکی، برابر با طول گهواره به علاوه نصف فاصله حرکت اضافی گهواره و حداقل یک یا دو مقطع اضافی به منظور رواداری خزش می‌باشد. هنگامی که انتهای خارجی واگن غلتکها سبک یا بدون بار گهواره باشد، عیب اصلی غلتکها ظاهر می‌شود. تحت چنین شرایطی، حضور گل و لای، الوار یا دیگر موانع روی ریل، ممکن است باعث به هم خوردن تعادل واگن غلتکی شود.

۳-۷-۷-۲ فواصل

اندازه و فاصله غلتکها، بر اساس ماکزیمم بار طراحی بر واحد طول مسیر مشخص می‌شود. اگر چه غلتکها در انتهای ساحلی واگنها، در معرض فشاری به اندازه دیگر موقعیتها قرار نمی‌گیرند، ولی فاصله غلتکها در عمل ثابت نگه داشته می‌شود. به دلیل لغزیدن آرام غلتکها در زمان عملکرد و خزیدن تدریجی آنها به سمت پایین مسیر، نیاز است که پایین‌ترین غلتک به طور مرتب جابه‌جا شده و واگن غلتکی در انتهای ساحلی، دوباره جاسازی شود. در طول زمان، هر مقطع غلتکی یک فضا را اشغال می‌کند که در آن ماکزیمم بار به آن وارد می‌شود، بنابراین همه غلتکها باید یک طراحی داشته باشند و در فاصله یکسان از یکدیگر قرار گرفته باشند. واگن غلتکی روی دو مسیر مختلف می‌تواند خزش متفاوت داشته باشد.

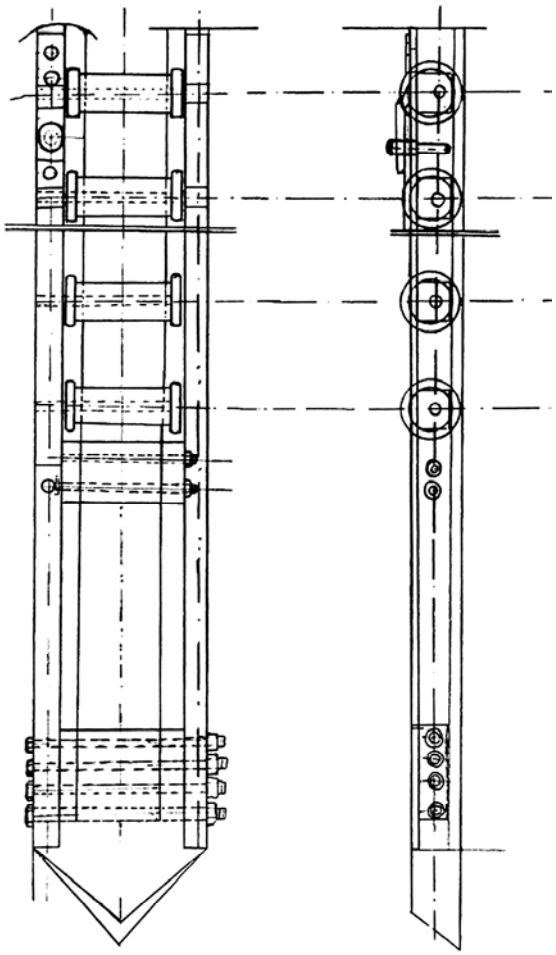
۳-۷-۷-۳ ماده و طراحی

غلتکها از جنس فولاد ریخته‌گری ساخته می‌شوند، به این ترتیب که یک دوک فولادی را در قالب ریخته‌گری قرار داده و فولاد مذاب در قالب ریخته می‌شود تا فولاد سخت شود، دوک در غلتک به طور صلب ثابت می‌شود. غلتکها بعد از عملیات حرارتی ماشین‌کاری می‌شوند. مشخصات فیزیکی ماده غلتک بستگی به فولاد ریخته‌گری دارد. قطر غلتکها نباید تلورانسی بیش از $\frac{۱}{۳}$ اینچ (۹ میلیمتر) داشته باشد.

omoorepeyman.ir

۳-۷-۷-۴ قابها

مقاطع غلتکها به وسیله قابهای عرضی، در فواصل مورد نیاز نگه داشته می‌شوند و مسیرهای فولادی به قابهای عرضی مسیرها جوش می‌شوند. سوراخهایی با اندازه‌های مناسب در مسیرها و قابهای عرضی برای اتصال محکم ایجاد می‌شوند. شکل ۳-۱ جزئیات اتصال مسیر و قاب عرضی را در این سیستم نشان می‌دهد. همچنین برای نگه داشتن قابها در کنار هم، از پیچ و مهره استفاده می‌شود.



شکل ۳-۱ جزئیات اتصال قابها

omoorepeyman.ir

۳-۷-۸ چرخها

خطر خارج شدن ارابه از روی ریل یا تصادم جدی در حالتی که گهواره روی چرخها قرار گرفته است، در مقایسه با سیستم غلتکی بسیار کمتر است و لذا از نظر ایمنی مناسب‌تر می‌باشد.

۳-۷-۸-۱ فاصله چرخها

فاصله چرخها طوری تغییر می‌یابند که نزدیک‌ترین فاصله در حالتی باشد که بیشترین تمرکز بار وجود دارد. باید تعدادی چرخ اضافی در کمترین فاصله زیر انتهای ساحلی گهواره وجود داشته باشد تا حایل بار خرک باشند. فاصله چرخها را می‌توان تغییر داد ولی همه چرخها و محورها باید مانند هم طراحی شوند (شکل ۳-۲).

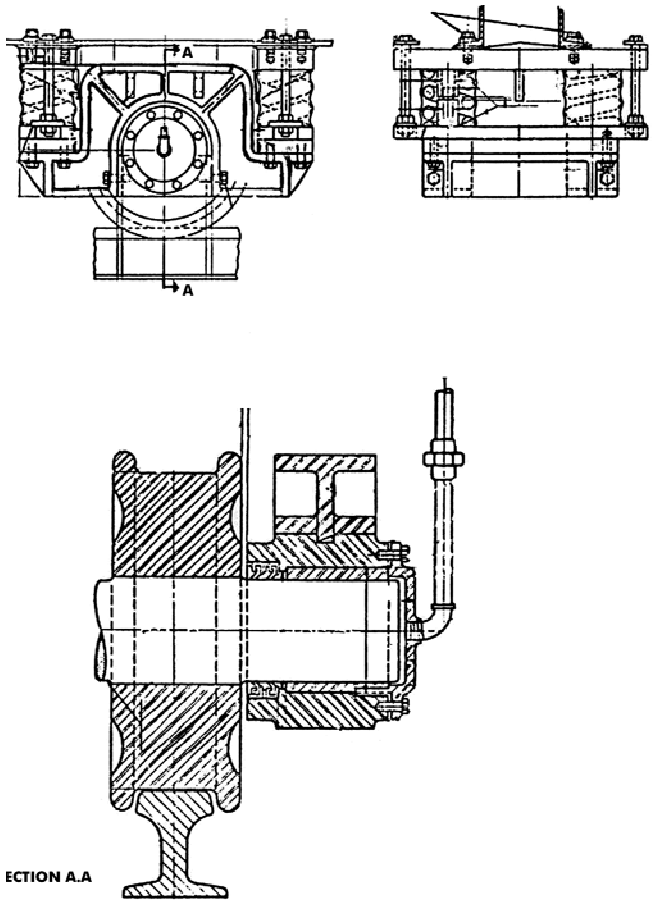
۳-۷-۸-۲ بلبرینگهای چرخها

برای ریلهای دریایی بزرگتر، مطلوب است که بلبرینگهای چرخ با لاستیک یا محفظه‌های فشاری محافظت شوند. در ریلهای دریایی با اندازه کوچک یا متوسط، هیچ محفظه‌ای برای بلبرینگ چرخها لازم نیست.

۳-۷-۸-۳ محورها

محورها از فولاد حاوی کربن متوسط ساخته می‌شوند. از ترکیبات فلزاتی که فعالیت الکترولیتی دارند باید اجتناب شود. آلیاژهای برنز، بابیت، منل یا هر آلیاژ مس یا نیکل را می‌توان به کار برد. بهترین ترکیب برای بلبرینگها، آهن ریخته‌گری روی فولاد به همراه روغن‌کاری مناسب می‌باشد. بلبرینگهای ضد اصطکاک با محفظه‌های فشاری خود روان‌کار که به طور مناسب نصب شده باشند، اصطکاک غلتکها را کاهش خواهند داد.

omoorepeyman.ir



شکل ۳-۲ نوع تیپ چرخ گهواره

۳-۸ گهواره‌ها

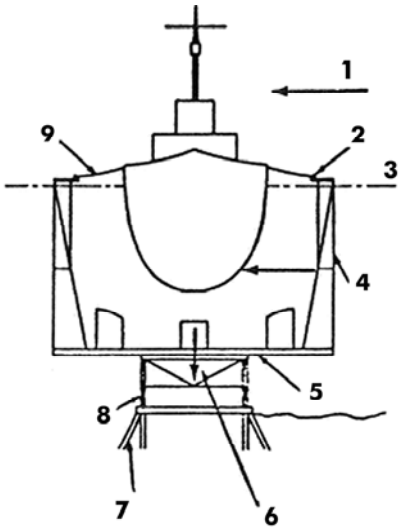
۳-۸-۱ مصالح

طراحیهای گهواره قابهای فولادی، اغلب با عرشه‌های چوبی یا فولادی می‌باشد. گهواره‌های چوبی ممکن است برای طراحیهای با ظرفیت پایین به کار روند. یک گهواره چوبی برای خنثی کردن بویانسی آن، به بالاست نیازمند می‌باشد. گهواره‌های فولادی را با قطعات کم و مقاطع سنگین باید طراحی نمود تا تأثیر خوردگی حداقل شود.

omoorepeyman.ir

۳-۸-۲ بارهای باد و کشتی

گهواره بر اساس بارهای معرفی شده در بند ۳-۷ باید طراحی شود. همچنین در مورد بارهایی که هنگام شناوری کشتی اتفاق می‌افتند، کنترل صورت می‌گیرد (شکل ۳-۳). تحت این شرایط، اثرات باد و جریانهای دریایی در طراحی سوپراستراکچر گهواره در نظر گرفته می‌شود. همچنین باید تعادل گهواره روی ریلها تحت این شرایط بررسی گردد. سرعت باد برای منطقه مورد نظر، با دورهٔ بازگشت یک ساله (و یا حداقل سرعت ۴۰ کیلومتر در ساعت) محاسبه شده و از روی آن نیروی کشش وارد شده بر گهواره مشخص می‌شود. ضریب تشدید دینامیکی، به اندازه (۱۰۰٪) برای منظور کردن تأثیرات ناشی از حرکت شناور باید در نظر گرفته شود.



۱- جریان باد ۲- گیره‌های نگه‌دارنده طنابهای مهاربندی ۳- خط آبخور ۴- سیستم طراحی شده برای بارهای روی گیره‌ها و بارهای زنده روی مسیرهای حرکت ۵- محل بررسی ممان خمشی ۶- نیروی شناوری زیر گهواره باید به اندازه‌ای باشد که مانع از واژگونی کشتی شود که ممکن است آب بالاست نیز استفاده شود. ۷- مسیرهای حرکت پایه‌ها باید به صورت بادبندی شده باشد تا بتواند نیروهای افقی را تحمل کند. ۸- بال چرخها و غلتکها، نیروهای افقی را به مسیرهای حرکت منتقل می‌کنند. ۹- خطوط مهاربندی سینه.

شکل ۳-۳ پارامترهای پایداری شناور

omoorepeyman.ir

۳-۸-۳ کشش زنجیر

گهواره‌ها بر اساس نیروی کششی زنجیرهای متصل به بازوهای عرضی طراحی می‌شوند. تقویتی‌های طولی و عرضی برای تحمل همه شرایط بارگذاری فراهم می‌گردند. ماکزیمم کشش زنجیرها مطابق رابطهٔ ۱۷ مشخص می‌شود:

$$P=W\sin\varphi + WC \qquad (۱۷)$$

که در آن:

P: کشش در زنجیرها بر حسب تن

W: کل وزن ماکزیمم کشتی طراحی شده به علاوه وزن گهواره به علاوه وزن زنجیرها بر حسب تن

φ: زاویه شیب مسیر بر حسب درجه

C: ضریب اصطکاک

در طراحی، ضریب اصطکاک معادل ۰/۰۷ برای غلتکها و برای چرخها مقداری کمتر، بسته به نوع بلبرینگ و چرخ مناسب است (۰/۰۶ – ۰/۰۵). این ضریب اثر موادی مثل گل و لای و خاک، مقداری تغییر در راستای ریلها و برخی خرابیهای پس از استفاده را شامل می‌شود.

۳-۸-۴ خرکهای جانبی و کف

جانمایی و تجهیز بلوکها، بستگی به ضروریات مرتبط با از آب گیری شناورها در حوضچه‌های خشک دارد.

۳-۸-۴-۱ فاصله‌گذاری

خرکهای کف به فاصله ۱/۲ متر و خرکهای جانبی به فاصله ۳/۶ متر از هم قرار می‌گیرند.

۳-۸-۴-۲ بارگذاریها

موارد مختلفی از بارگذاری روی خرکها، در طراحی گهواره‌ها به کار می‌رود.

۱- وزن عمودی کشتی که به طور کامل روی خرکهای جانبی قرار دارد.

omoorepeyman.ir

۲- وزن عمودی کشتی روی خرکهای کف اعمال می‌گردد و به یک طرف کشتی فقط نیروی باد وارد شود.

۳- خرکهای کف، نصف وزن و خرکهای جانبی در هر طرف $\frac{۱}{۴}$ وزن کشتی را تحمل کنند.

۴- مانند حالت ۳ و علاوه بر آن، خرکهای جانبی در یک طرف نیروی باد را تحمل کنند.

۳-۸-۴-۳ موارد خاص

برای موارد خاص دیگر شامل شناورهای کف تخت، جرثقیلهای شناور، لایروبها، شناورهایی با دو پروانه و مانند آنها، فواصل و نیروهای عمودی روی بلوکها طوری فرض می‌شوند که با شرایط خاص هر شناور مناسب باشند.

۳-۸-۴-۴ فرضیات خاص

فرضیاتی برای موقعیت خرکهای کف تحت بارگذاری ماکزیمم و تأثیر آن در طراحی گهواره، بخصوص در قسمت کنسولی قابهای عرضی در نظر گرفته می‌شود. خرکهای کف را با وینچهای دستی قرار گرفته بر مسیر عبور گهواره حرکت می‌دهند.

خرکهای کف برای مقابله با امکان حرکت، در اثر نیروی پسا و شناوری در هنگام به آب اندازی، محکم می‌شوند. خرکهای جانبی برای حفظ تعادل طولی و توزیع بار مطلوب، در نقاط تمرکز بار مثل قسمتهای عقبی و جلویی کیل قرار می‌گیرند.

◄ ۳-۸-۵ قاب‌بندی خاص انتهای ساحلی

پروانه‌ها، تجهیزات ردیابی یا سکانها در برخی شناورهای نظامی، زیر خط اصلی یا خط کیل قرار گرفته‌اند. برای تطبیق این شناورها، لازم است که در طراحی گهواره‌ها، رواداریهای مناسب در سطح عرشه برای حرکت و جابه‌جایی چنین تجهیزاتی فراهم شود.

omoorepeyman.ir

۳-۸-۶ مسیرهای حرکت انسان

مسیرهای چوبی مرتفعی در هر طرف از گهواره فراهم می‌شوند و در ریلهای بزرگتر، یک مسیر عرضی برای حرکت انسان تعبیه می‌شود. عرض مسیرها ۹۰ سانتیمتر می‌باشد و ارتفاع آن به نحوی خواهد بود که وقتی گهواره در بیشترین موقعیت درون آب قرار گرفت، ارتفاع آزاد مناسبی داشته باشد. این مسیرها با مکانیسم قرار دادن خرکهای کف، گوه‌ها و پیچ و مهره‌های بزرگ، محکم مستقر می‌شوند. نرده‌هایی روی سمت بیرونی این مسیرها تعبیه می‌شوند.

۳-۸-۷ مسیرهای حرکت عمودی

مسیرهای عمودی از چوب یا فولاد ساخته شده و دیواره‌های گهواره را تشکیل می‌دهند و برای کمک به مراحل تکیه‌گاهی، جاگذاری می‌شوند (شکل ۳-۳). به دلیل انتقال این بارها به قابهای اصلی، عرضی باید در طراحی این قابها در نظر گرفته شود.

۳-۸-۸ داربستها یا خرپاهای گهواره

اعضای عمودی پایه‌های گهواره به منظور انتقال بار، شامل بار مرده کشتی و خرکهای از آب گیری، در مسیر حرکت کشتی به کار می‌روند.

۳-۸-۸-۱ یال فوقانی

یال فوقانی پایه‌ها، رابطی است که اعضای کف را در یک راستا نگه می‌دارد.

۳-۸-۸-۲ یال تحتانی

یال تحتانی ملاحظات خاصی را می‌طلبد. بارهای مختلفی بر آن وارد می‌شوند و به چرخها یا غلتکها تکیه کرده است.

omoorepeyman.ir

۳-۸-۸-۲-۱ تنشها

با کاربرد غلتک، یک گشتاور خمشی بزرگ در یال تحتانی ایجاد می‌شود و باید به عنوان یک تیر پیوسته آنالیز شود. در امتداد طولی، قسمتی از یال تحتانی که در معرض کشش کابل می‌باشد، تحت تنشهای فشاری و انتهای دیگر تحت تنشهای کششی قرار می‌گیرند. این تنشها را باید با نتایج حاصل از گشتاور خمشی ترکیب نمود.

۳-۸-۸-۲-۲ مهاربند و اعضای قطری

برای هم‌راستا کردن قسمتهای مختلف گهواره، یک تقویت کننده در صفحه یال تحتانی ایجاد شده تا توزیع بار به صورت یکنواخت صورت پذیرد.

۳-۸-۹ کف گهواره

ممکن است از یک کف فولادی آب‌بندی شده و غیر لغزنده استفاده شود، اگر چه عرشه کف معمولاً چوبی است. ابزار مؤثری برای جمع‌آوری ماسه‌ها و زباله‌ها باید فراهم شوند، زیرا زنگ‌زدایی با ماسه، مشکلات بسیاری در تعمیرات ریلهای دریایی، به وجود آورده و آشغالها تأثیرات بدی روی عملکرد غلتکها، چرخها، زنجیرها، محفظه‌های زنجیر و ریلها می‌گذارند.

۳-۸-۱۰ نردبانها

بایستی نردبانهایی برای رسیدن از کف گهواره به مسیرهای حرکت، بر روی وجه داخلی مسیرهای دسترسی و در سمت چپ و راست فراهم شوند.

۳-۸-۱۱ جک‌پاشنه

یک جک‌پاشنه در انتهای داخلی گهواره فراهم می‌شود و از آن برای بالا کشیدن سینه کشتی که برای از آب گیری آماده شده، استفاده می‌شود.

omoorepeyman.ir

۳-۸-۱۲ وسایل اندازه‌گیری آبخور

حداقل دو وسیله برای اندازه‌گیری آبخور تهیه می‌شود. این وسایل بر روی هر یک از مسیرهای حرکت انسان، به منظور نشان دادن عمق آب در خرکها تعبیه می‌شوند.

۳-۸-۱۳ ضربه‌گیرها

در طول مسیرهای تردد و در قسمت داخلی مسیر حرکت انسان، ضربه‌گیرهایی فراهم می‌شوند تا از ضربه برخورد در هنگام حرکت گهواره جلوگیری نمایند.

۳-۸-۱۴ لنگرها

بایستی لنگرهایی برای نگه داشتن گهواره‌ها در انتهای ساحلی آنها نصب شوند.

۳-۸-۱۵ وینچهای از آب گیری

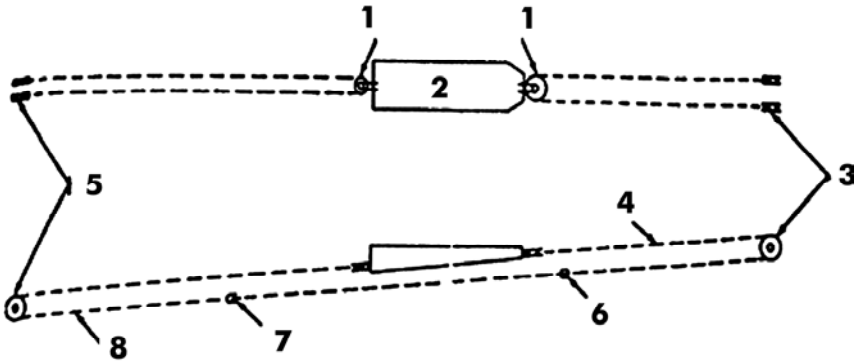
برای کشیدن شناورها، یک وینچ که با موتور کار می‌کند، در خط مرکزی مسیر تردد در ساحل انتهایی گهواره ریل دریایی نصب می‌شود. یک چارچوب خاص برای نصب وینچ در مسیرهای تردد نیاز است. این موضوع موقعیت سینه کشتی را محدود می‌کند ولی در جاهایی که گهواره‌های طولانی مورد استفاده قرار می‌گیرند، این محدودیت بحرانی نیست. به عنوان یک جانمایی جایگزین، برای پرهیز از هدر رفتن طول مؤثر، از دو وینچ استفاده می‌شود که هر یک در یک سمت سوپر استراکچر گهواره قرار می‌گیرند.

۳-۹ سیستمهای کشش

۳-۹-۱ زنجیر

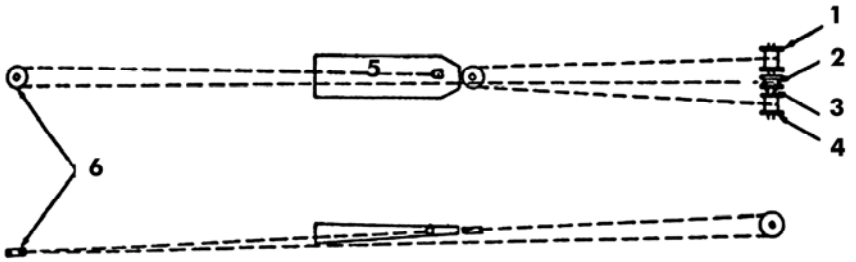
گهواره‌ها را با زنجیرهای پیوسته می‌کشند که در عمل از ۲ یا ۴ زنجیر در امتداد طولی، مانند اشکال ۳-۴ و ۳-۵ استفاده می‌شود.

omoorepeyman.ir



۱- چرخ‌دنده‌های متعادل کننده ۲- گهواره ۳- چرخ‌دنده‌های روی دستگاه که زنجیر روی آن قرار می‌گیرد. ۴- زنجیر کششی داخلی ۵- چرخ‌دنده‌های انتهایی ریل ۶ و ۷- بست اتصال زنجیر ۸- زنجیر کششی بیرونی

الف: سیستم دو زنجیره برای بالابر

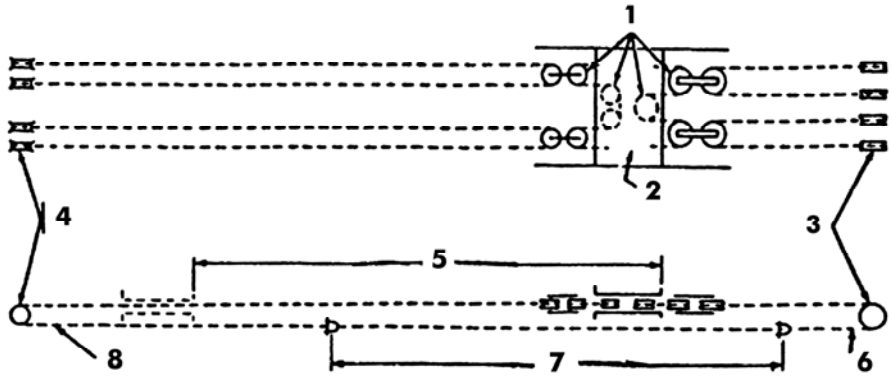


۱- استوانه غلتکی داخلی ۲- استوانه غلتکی انتهای ریل ۳- کلاچ ۴- استوانه غلتکی داخلی ۵- گهواره ۶- چرخ‌دنده انتهایی ریل

ب: سیستم دو کابل برای بالابر

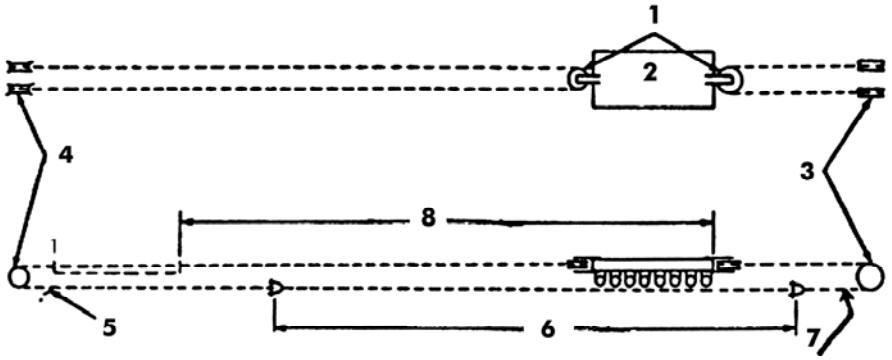
شکل ۳-۴ سیستم کششی ریل دریایی

omoorepeyman.ir



۱- چرخ‌دنده‌های متعادل کننده ۲- کابلهای کششی ۳- چرخ‌دنده‌های اطمینان ۴- چرخ‌دنده‌های اطمینان ۵- چرخ‌دنده‌های انتهایی ۶- مسیر حرکت گهواره ۷- زنجیر کششی داخلی ۸- فاصله دو بست اتصال زنجیر ۹- زنجیر برگشتی

الف: سیستم چهار زنجیره



۱- چرخ‌دنده‌های متعادل کننده ۲- گهواره ۳- چرخ‌دنده‌های اطمینان ۴- چرخ‌دنده‌های انتهایی ۵- زنجیر برگشتی ۶- فاصله دو بست اتصال زنجیر ۷- زنجیر کششی داخلی ۸- مسیر حرکت گهواره

ب: سیستم دو زنجیره

شکل ۳-۵ دیاگرام اتصال کابلهای کششی

۳-۹-۲ شاه‌تیر کشش

برای کشیدن و هل دادن، انتهای هر دو زنجیر ورودی و خروجی، با یک شاه‌تیر در گهواره محکم می‌شود. در این شاه‌تیر، قرقره‌ها و سایر دنده‌هایی که برای یکسان‌سازی نیروی کشش در زنجیرها به کار

omoorepeyman.ir

می‌روند، وجود دارند. شاه‌تیر کشش روی گهواره طوری قرار می‌گیرد که هنگام قرار گرفتن گهواره در انتهای ساحلی، خارج از آب باشد.

۳-۹-۳ زنجیرهای کششی

اندازه ابعاد زنجیرهای کششی، بر اساس بارگذاریهای زیر مشخص می‌شود.

۳-۹-۳-۱ مقاومت کارکردی

مقاومت کارکردی زنجیر، (۳۵٪) مقاومت شکست آن فرض می‌گردد.

۳-۹-۳-۲ اندازه و تعداد زنجیرها

تعداد زنجیرها باید از روی محاسبات کششی مشخص شوند (بند ۳-۹-۱). وقتی قطر زنجیرها بزرگتر از $۲\frac{۱}{۴}$ یا $۲\frac{۱}{۲}$ اینچ باشد، حرکت دادن آنها مشکل خواهد بود. بنابراین اگر کشش در حدی است که ۲ زنجیر ۳ اینچی مورد نیاز است، ۴ زنجیر $۲\frac{۱}{۴}$ اینچی به کار برده می‌شود.

۳-۹-۴ زنجیرهای مخصوص هل دادن

زنجیرهای مخصوص هل دادن (قسمتی که گهواره را به بیرون و پایین ریل می‌راند)، برای ایجاد نیروی مورد نیاز، جهت غلبه بر اینرسی اولیه طراحی می‌شوند. حداقل اندازه این زنجیرها ۱ اینچ می‌باشد. در ریلهای دریایی بزرگتر، زنجیر $۱\frac{۱}{۴}$ اینچی نیز ممکن است استفاده شود.

۳-۹-۵ قرقره‌های هل دادن

قرقره‌های هل دادن کشتی، در دورترین نقاط انتهای ساحل قرار می‌گیرند و به دیواره‌های حایل محکم می‌شوند. قرقره‌ها طوری ساخته می‌شوند که برای برداشته شدن آماده باشند. قرقره‌ها و مهارها برای مقاومت شکست کامل زنجیرهای برگرداننده طراحی می‌شوند.

omoorepeyman.ir

۳-۹-۶ بالابر

زنجیرهای کششی از روی چرخ‌دنده‌ها یا محورهای بدون دنده می‌گذرند که روی شفتهای بالابر سوار هستند و به وسیله دنده‌هایی که به طور مستقیم با موتور بالابر در تماس هستند می‌چرخند. طراحی بالابر برای ریلهای دریایی، به یک کارخانه با تجربه واگذار می‌شود. نیازمندیهای بالابر به وسیله مشخصات پروژه مشخص می‌شود، بنابراین کارخانه‌دار باید اطلاعات مربوطه را تهیه کند که شامل موارد زیر است:

۳-۹-۶-۱ سرعت

سرعت کشش مناسب برای زنجیر در ریلهای دریایی بزرگ، ۳ متر بر دقیقه است. سرعت کمی بیشتر، ممکن است در ریلهای دریایی کوچکتر استفاده شود. دنده‌ها برای فراهم کردن ۲ سرعت متفاوت کششی ترتیب داده می‌شوند. دنده سرعت بالا برای هل دادن گهواره با شناوری روی خرکها یا برای کاربرد آن در شرایط بدون بار در نظر گرفته می‌شود.

۳-۹-۶-۲ ترمزها

برای موتور بالابرها، ترمز اتوماتیکی فراهم می‌شود. یک ترمز دستی اضطراری و یک اهرم که با گیره کار می‌کند و با یک ضامن درگیر است، همواره در طراحی در نظر گرفته می‌شوند تا گهواره بارگذاری شده را در هر وضعیت، روی ریلها نگه دارند. سوییچهای محدود کننده، برای جلوگیری از خارج شدن از مسیر فراهم می‌شوند.

۳-۹-۶-۳ زمان کارکرد

ظرفیت ماشین‌آلات کششی یا بالابرها، باید به صورتی باشد که گهواره بارگذاری شده را در مدت زمان ۱۰ الی ۱۵ دقیقه، برای ریلهای با ظرفیت بیش از ۵۰۰ تن، بتواند حرکت دهد و این زمان برای ریلهای بزرگتر حدود ۳۰ دقیقه است.

omoorepeyman.ir

۳-۹-۶-۴ روغن‌کاری

توجه خاصی برای طراحی سیستم روغن‌کاری همه بلبرینگها باید صورت گیرد.

۳-۹-۶-۵ بازده

با فرض در نظر گرفتن بازده کل یک جفت چرخ‌دنده با همه افتها در بلبرینگها، کل بازده ریل دریایی با ۴ جفت چرخ‌دنده، در حدود (۷۵٪) باید در نظر گرفته شود. چون این نوع ماشین‌آلات باید با قدرت کافی کار کنند، در این مورد، بازده کل را (۶۵٪) فرض کرده با فرض اینکه بازده هر جفت موتور ۰/۹ می‌باشد، بازده ماشین‌آلات مجهز شده به بلبرینگهای اصطکاکی، کمی بیشتر از بالابرها می‌باشد.

۳-۹-۶-۶ پیش‌بینیهای خاص

بالابرها با مراقبت و دقت لازم نصب می‌شوند. قاب بالابر باید روی یک فونداسیون صلب و با دقت در جایی با مهاربندیهای متصل به زمین قرار گیرد. همه فازهای حرکت که باعث غیر هم راستا بودن می‌شود، ممکن است باعث شوند که سیستم بالابر به سرعت از کار افتد. جنبه‌های مهم دیگر، جزئیات و طراحی دنده‌ها، محورها و بلبرینگها می‌باشد.

۳-۹-۷ فونداسیون بالابر

فونداسیون بالابر برای ترکیب اثر نیروهای افقی و عمودی، برخورد با ماکزیمم کشش زنجیر و نیروهای ضربه‌ای طراحی می‌شود (شکل ۳-۶).

۳-۹-۷-۱ فونداسیون سنگی

وقتی که فونداسیون روی سنگ قرار داشته باشد، بار افقی به وسیله فونداسیون بتنی به سنگ منتقل می‌شود.

۳-۹-۷-۲ فونداسیون شمعی

وقتی که فونداسیون بر روی شمعها قرار گیرد، بار افقی به وسیله شمعهای مایل به لایه‌های زیرین خاک منتقل می‌شود.

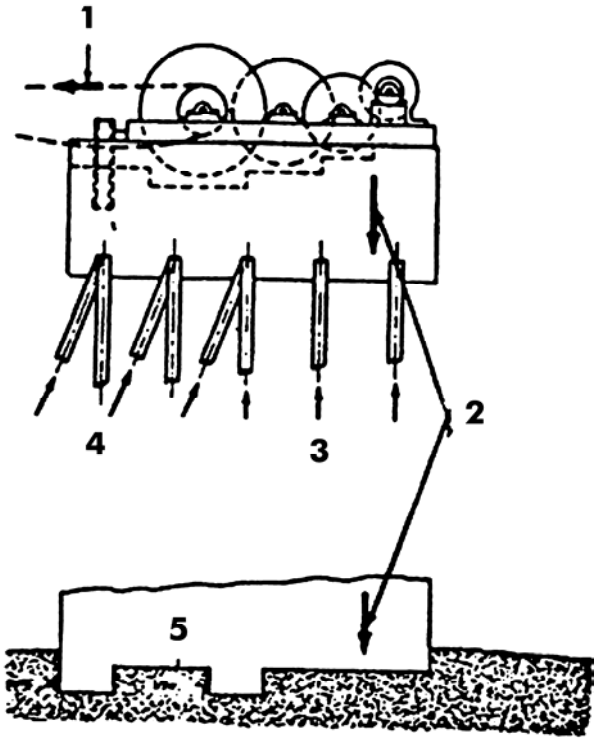
omoorepeyman.ir

۳-۹-۷-۳ تنشها

به منظور تعیین تنشهای داخلی بلوک فونداسیون، آنالیز بسیار دقیقی از لنگرها و برشها لازم است که مقدار فولاد و فاصله خاموتها را مشخص می‌کند.

۳-۹-۷-۴ ترک

برای جلوگیری از ایجاد ترکهایی که نتیجه رواداریهای موجود است، حداقل فولاد ارایه شده توسط آیین‌نامه بتن ایران، در فونداسیون و میل‌مهاریهای پی مصرف می‌شود.



۱- زنجیر کششی ۲- انتقال وزن مرده روی دستگاه به شمعها با در نظر گرفتن ضریب اطمینان ۱/۵ برای مقابله در برابر واژگونی ۳- نیروی عمودی شمعها ۴- تحمل مؤلفه افقی نیرو توسط شمعهای مایل ۵- تحمل نیروی افقی توسط پاشنه فونداسیون

شکل ۳-۶ فونداسیون بالابر

omoorepeyman.ir

۳-۹-۸ موتور

موتور می‌تواند از نوع القایی برای به کار بردن ولتاژ ۳ فاز باشد. نرخ توان در وضعیت کارکرد تناوبی، با افزایش دما بیش از ۴۰ درجه سانتیگراد و گشتاور ترمز حدود (۲۵۰٪) گشتاور بار کامل تحلیل می‌شود. موتور در برابر رطوبت، مقاوم طراحی می‌شود و گرم‌کنهای فضا با ظرفیت کافی در نظر گرفته می‌شوند تا دما را حدود ۵ درجه سانتیگراد بالای دمای محیط نگه داشته، به عنوان حفاظی در مقابل رطوبت به کار روند.

۳-۱۰ تجهیزات کنترلی

۳-۱۰-۱ نیازمندیها

توان الکتریکی، از سیستم توزیع برق در اسکله تأمین می‌شود. تجهیزات کنترلی به صورت واحدهای فلزی، تا حد ممکن نزدیک به هم ساخته می‌شوند.

۳-۱۰-۲ تجهیزات حفاظتی مسیر

تجهیزات حفاظتی مسیر با ظرفیت منقطع و سربار مناسب و همچنین با سیستم حفاظت در ولتاژ پایین در نظر گرفته می‌شوند. در ضمن، موارد زیر همواره کنترل می‌شوند.

الف: واتساعت متر جمع شده

ب: واتمتر ضبط شده

ج: لامپهای نشانگر وضعیت

د: سوییچهای کنترل

۳-۱۰-۳ تجهیزات کنترلی اولیه

تجهیزات کنترلی اولیه، برای کنترل عملکرد رو به جلو و معکوس و قطع سیستم در نظر گرفته می‌شوند. این تجهیزات شامل همه وسایل لازم برای کنترل شدت جریان موتور هم می‌شود.

omoorepeyman.ir

۳-۱۰-۴ تجهیزات کنترلی ثانویه

تجهیزات کنترلی ثانویه، برای کنترل شتاب به وسیله ابزار محدود کننده زمانی، در نظر گرفته می‌شوند و برای عملکرد سوییچ ترتیب داده می‌شوند. ابزار قابل تنظیم، به صورتی به کار می‌رود که در یک مقدار مشخص از سربار جریان، کنترل به صورت اتوماتیک با ایجاد یک مقاومت در مدار ثانویه وارد شده و سپس به طور اتوماتیک، وقتی که جریان به مقدار نرمال خود برمی‌گردد، مقاومت حذف می‌شود.

۳-۱۰-۵ مقاومتهای ثانویه

مقاومتهای ثانویه، برای وظیفه پیش آمده در عملکرد موتور طراحی می‌شوند. مقاومتها از ماده مقاوم در برابر خوردگی ساخته می‌شوند.

۳-۱۰-۶ سوییچ کنترل فرمان

یک سوییچ کنترل فرمان با نقاط کافی در هر جهت، برای اطمینان از عملکرد یکنواخت ریل در نظر گرفته می‌شود. حداقل یک نقطه احیا کننده برای وقتی که سرعت موتور کمی بالا باشد مورد نیاز است و باید نقاط بازگرداننده‌ای وجود داشته باشند که به یک کنترل گشتاورسنج، به منظور به تعویق انداختن لنگر وارد به موتور، مجهز شده باشند. موقعیت خاموش سوییچ، می‌تواند موتور را قطع کند و ترمز را به کار اندازد.

۳-۱۰-۷ کنترل اضطراری

یک سوییچ کنترل اضطراری دستی، در مکانی نزدیک به اپراتور فراهم می‌شود. این سوییچ می‌تواند شدت جریان را قطع کند و ترمز را به کار اندازد.

۳-۱۰-۸ سوییچهای محدود کننده سرعت بیش از حد

سوییچهای محدود کننده سرعت و یک گیره که به صورت مکانیکی برای نگه داشتن بار، هنگام خرابی ترمز استفاده می‌شود، تعبیه می‌شوند. یک سوییچ محدود کننده هم در نظر گرفته می‌شود تا از کار کردن موتور بالابر در جهتی که به تجهیزات آسیب می‌رساند جلوگیری کند.

omoorepeyman.ir

۳-۱۰-۹ ترمزها

از ترمزهایی که از نوع مغناطیسی هستند و با جریان **DC** به وسیله یک یکسو کننده کار می‌کنند باید استفاده شود.

۳-۱۱ اتاقک ماشین‌آلات

۳-۱۱-۱ نیازها

اتاقک ماشین‌آلات، باید طوری طراحی شود که دارای سطح کف وسیع و شامل ماشین‌آلات کشیدن، صفحه سوییچ و سایر تجهیزات باشد. جزئیات ساختاری به صورت زیر است:

الف: یک در برای دسترسی و یک در بزرگ برای جابه‌جایی آسان ماشین‌آلات به داخل اتاقک لازم می‌باشد. دریچه‌های لازم برای روشنایی و تهویه محفظه باید تهیه شوند که به اپراتور اجازه دهد دید کاملی از گهواره و مسیرها داشته باشد.

ب: لوله‌های کوتاه از جنس آهن ریختگی، برای انتهای زنجیرها در دیواره‌های کناری فراهم می‌شوند و یک ورق با پوشش فولادی، روی زنجیرها در نظر گرفته می‌شود.

ج: سوراخهای ماشین‌آلات باید به طور مناسب اندازه‌گیری و سوراخ شوند و ریلهای دستی و نرده‌هایی باید در نظر گرفته شود.

د: ساختار اتاقک محفظه باید از مواد سبک و غیر قابل اشتعال باشد.

هـ: امکانات پیاده کردن ماشین‌آلات باید فراهم شوند. در داخل اتاقک باید از جرثقیل دستی استفاده شود و پنجره سقفی یا سوراخ بالای بالابر فراهم شده باشد تا امکان استفاده از جرثقیل بیرون وجود داشته باشد.

۳-۱۱-۲ صفحه سوییچها و کنترلهای الکتریکی

برای تجهیزات الکتریکی، فضایی که در بند ۳-۱۰ توضیح داده شده، در نظر گرفته می‌شود.

omoorepeyman.ir

۳-۱۱-۳ فونداسیون ماشین‌آلات

برای ماشین‌آلات بالابری و فونداسیونها، فضایی که در بند ۳-۹ توضیح داده شده، در نظر گرفته می‌شود.

۳-۱۲ امکانات

۳-۱۲-۱ ریلها

یک ریل استاندارد باید در امتداد یک سمت ریل دریایی نصب شود، به طوری که مواد و تجهیزات می‌توانند از یک جرثقیل متحرک تحویل گرفته یا داده شوند. در محوطه‌هایی که به تجهیزات واگنهای حمل و نقل مرتب مجهز است، این ریل نیاز نیست.

۳-۱۲-۲ دلفینها و ستونهای دسترسی

به دلیل برخی شرایط محلی مثل باد، جزر و مد یا شرایط جریان، امکان دارد که کشیدن یا هدایت اضطراری شناور با گهواره لازم شود. روش معمول این است که دلفینهایی در انتهای ساحلی نصب می‌شود.

۳-۱۲-۳ سیستم فاضلاب

توالتها و دستشویی‌ها برای خدمه کشتی و کارگران، باید در نزدیکی ریلهای دریایی باشند و باید تجهیزات لازم در ساختمان فراهم شود.

۳-۱۲-۴ آب شیرین، آب شور، بخار و سرویسهای هوای فشرده

این سرویسها با استفاده از تأسیسات ساحلی ایجاد می‌گردند. این تجهیزات ممکن است در تونلی که در یک طرف ریل قرار داد واقع شوند. موقعیت این سرویسها بر اساس موقعیت منبع تأمین کننده آنها مشخص می‌شود. مسیرهای دسترسی تقریباً در هر ۱۵ متر در طول کلی قرار می‌گیرد. این سرویسها شامل موارد زیر می‌باشند:

omoorepeyman.ir

۳-۱۲-۴-۱ آب شیرین

لوله‌های آب شیرین در هر محل سرویس، یک منبع تغذیه دارند، که ۴ شیر $۱\frac{۱}{۲}$ اینچ به منظور استفاده در خروجی وجود دارد. مینیمم فشار در خروجی ۳۰ پوند بر اینچ مربع می‌باشد.

۳-۱۲-۴-۲ آب شور و اطفای حریق

لولهٔ اصلی آب شور، یک منبع تغذیه در هر محل سرویس‌دهی دارد که به یک شیر پمپاژ $۴\frac{۱}{۲}$ اینچ، یک شیر $۲\frac{۱}{۲}$ اینچ و دو شیر خروجی $۱\frac{۱}{۲}$ اینچی اتصال دارد. فشار باقیمانده در خروجیها، نباید کمتر از ۲۰ پوند بر اینچ مربع باشد.

۳-۱۲-۴-۳ بخار

مسیرهای اصلی، ۲ اینچی می‌باشند و یک شیر $۱\frac{۱}{۲}$ اینچی در خروجی دارند. فشار بخار باقیمانده در خروجیها باید تقریباً ۴۵ پوند بر اینچ مربع باشد.

۳-۱۲-۴-۴ هوای فشرده

مسیرهای اصلی، ۴ اینچی می‌باشند و منبع مرکزی به ۳ شیر $\frac{۳}{۴}$ اینچی و یک شیر $\frac{۱}{۴}$ اینچی مجهز است. فشار هوای خروجی باید تقریباً ۱۰۰ پوند بر اینچ مربع باشد.

◄ ۳-۱۲-۵ روشنایی

برای روشنایی شب گهواره، لامپهای ۲۵۰ شمعی (با رفلکتورها) که ۱۸ متر در هر سمت فاصله دارند، باید در نظر گرفت. این سیستمهای روشنایی به تکیه‌گاههای مسیرهای تردد متصل هستند. لامپهای روشنایی به سیستم روشنایی اسکله وصل می‌شوند. همچنین روشنایی لازم برای ریلها و گهواره باید فراهم گردد.

omoorepeyman.ir

۳-۱۳ ریلهای دریایی عرضی

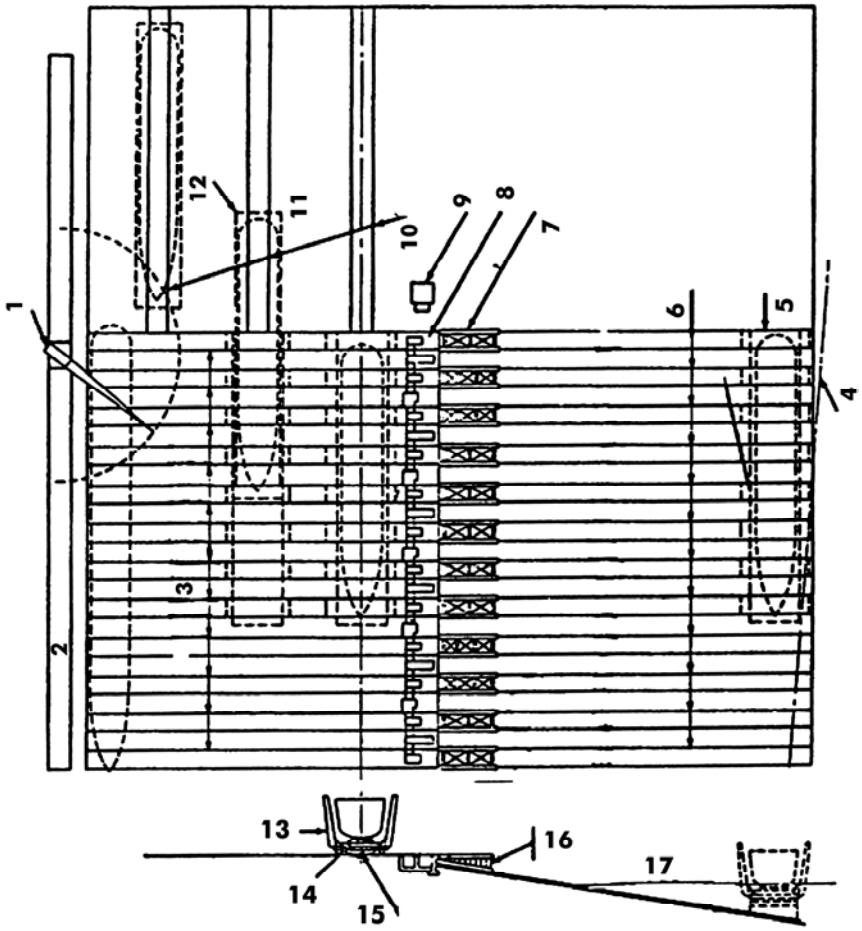
۳-۱۳-۱ گهواره‌های چند منظوره

طراحی ریلهای دریایی که از پهلو کشیده می‌شوند، مشابه سیستمهای طولی بوده ولی شرایط خاصی وجود دارد که باید در نظر گرفته شود. معمولاً تعداد چند گهواره به طور همزمان استفاده می‌شود تا بتوان بیش از یک شناور را به طور جداگانه از آب گیری یا به آب اندازی نمود. وقتی گهواره‌های چندگانه به کار می‌رود، ایجاد توازن در کشش زنجیرهای کششی از اهمیت خاصی برخوردار است.

۳-۱۳-۲ تجهیزات ۳۰۰۰ تنی

به عنوان نمونه برای نصب و راه‌اندازی ۱۲ گهواره، ۱۲ سری ریل و ۱۲ بالابر استفاده می‌شود (شکلهای ۳-۷، ۳-۸ و ۳-۹). سیستم کنترلی بالابر طوری تنظیم شده که هر تعداد گهواره می‌تواند با هم یا جداگانه کار کند.

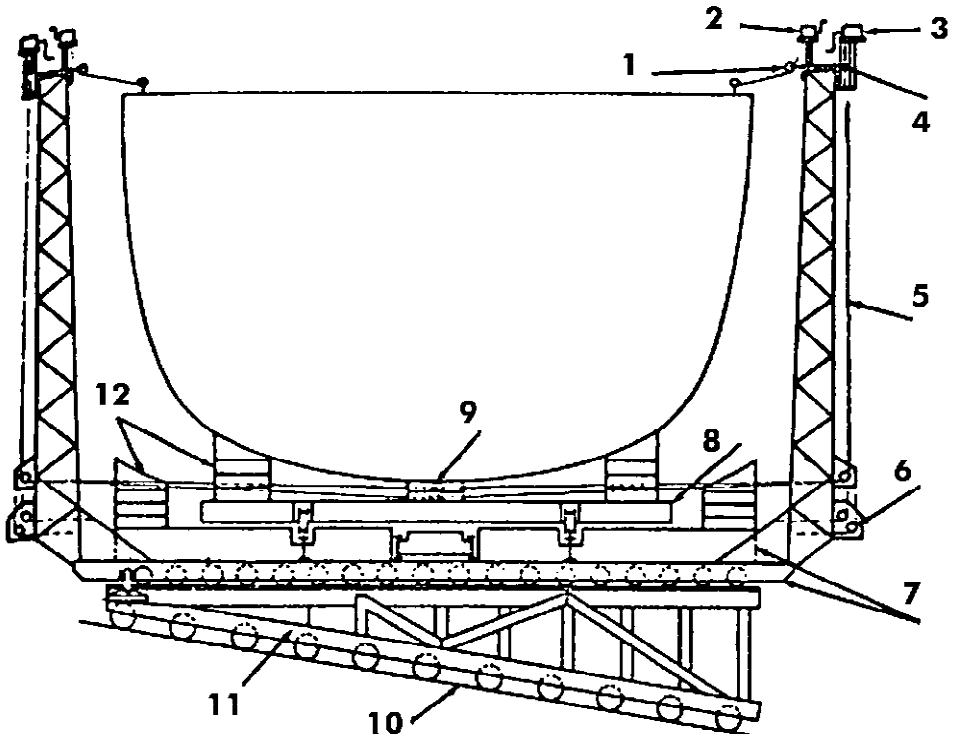
omoorepeyman.ir



۱- جرثقیل ۲۰ تنی ۲- ریل انتهایی ۳- محل از آب گیری (داکینگ) شناور ۴- خط ساحلی ۵- گهواره در این محل زیر کشتی قرار می‌گیرد. ۶- تیرهای ریل دریایی ۷- ارابه‌ها ۸- اتاقک ماشین‌آلات ۹- اتاق کنترل ۱۰- ریلهای انتقال کشتی به داخل پارکینگ ۱۱- محل تعمیر شناور ۱۲- گهواره انتقال به اتاق تعمیرات ۱۳- گهواره انتقال کشتی ۱۴- ریل گهواره عرضی ۱۵- گهواره از آب گیری شده ۱۶- ارابه روی دیواره‌های ساحلی ۱۷- خط آب ساحل

شکل ۳-۷ سیستم ریل دریایی عرضی

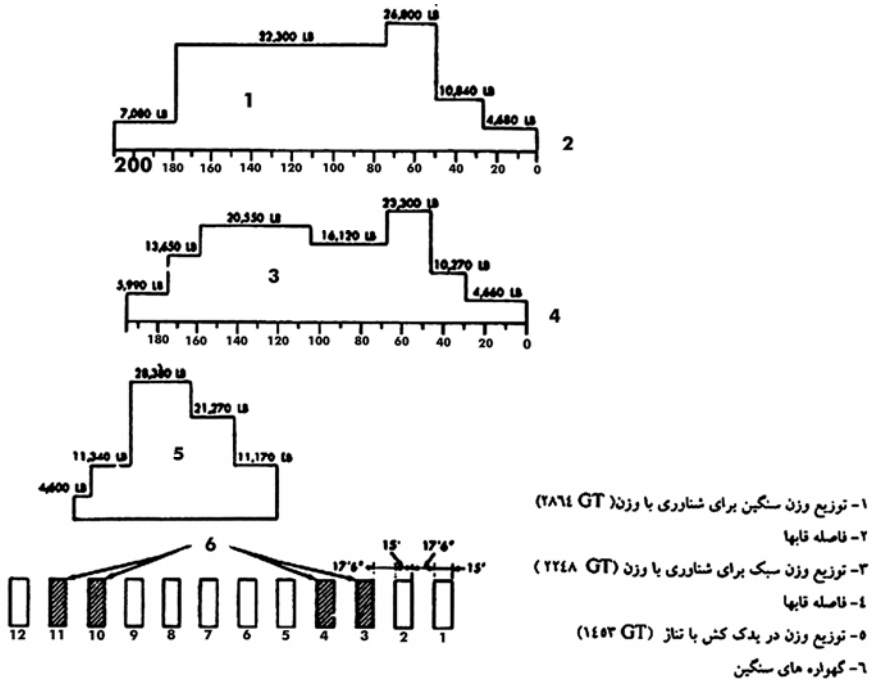
omoorepeyman.ir



۱- حلقه‌های مخصوص مهاربندی کشتی ۲- وینچهای تنظیم دستی ۳- وینچ مخصوص خرکهای مرکزی ۴- دیواره مسیر دسترسی ۵- زنجیرهای مخصوص خرکهای مرکزی ۶- چرخ‌دنده‌های مخصوص که کشتی را روی خرکها قرار می‌دهند. ۷- گهواره انتقال کشتی ۸- گهواره عرضی ۹- خرکهای مرکزی ۱۰- ریل مخصوص ارابه ۱۱- ارابه

شکل ۳-۸ مقطع عرضی ریل دریایی عرضی

omoorepeyman.ir



بار گهواره سنگین **GT**	۶۹	۱۱۷	۲۴۱	۳۷۶	۳۳۰	۳۲۴	۳۲۴	۳۲۴	۳۲۴	۴۰۱	۲۴	۰
بار گهواره سبک **GT**	۱۸	۶۷	۱۳۴	۲۹۳	۲۶۹	۲۳۴	۲۷۸	۲۹۸	۳۰۵	۳۳۱	۱۹	۰
بار گهواره برای یدک‌کش **GT**	–	–	–	–	–	–	۸۱	۲۰۷	۳۲۶	۴۰۵	۳۰۳	۱۳۱
بار وارد بر گهواره **GT**	۳۳۴	۳۳۴	۴۰۵	۴۰۵	۳۳۴	۳۳۴	۳۳۴	۳۳۴	۳۳۴	۴۰۵	۴۰۵	۳۳۴
وزن ارابه **GT**	۳۶	۳۶	۳۶	۳۶	۳۶	۳۶	۳۶	۳۶	۳۶	۳۶	۳۶	۳۶
وزن گهواره **GT**	۲۷	۲۷	۳۴	۳۴	۲۷	۲۷	۲۷	۲۷	۲۷	۳۴	۳۴	۲۷
بار طراحی **GT**	۳۹۷	۳۹۷	۴۷۵	۴۷۵	۳۴۷	۳۹۷	۳۹۷	۳۴۷	۳۹۷	۴۷۵	۴۷۵	۳۹۷
نیروی کشش طراحی گهواره **Kips**	۱۶۶	۱۶۶	۱۹۹	۱۹۹	۱۶۶	۱۶۶	۱۶۶	۱۶۶	۱۶۶	۱۹۴	۱۹۹	۱۶۶
نیروی کشش طراحی زنجیر **Kips**	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

شکل ۳-۹ بار و وزن گهواره و نیروهای کشش کابلها

۳-۱۳-۲-۱ بار طراحی

شکل ۳-۹ نشان می‌دهد که بار طراحی، به صورت طولی به ۱۲ قسمت تقسیم شده و هر گهواره برای دریافت یک قسمت از بار، طراحی شده است. برای طراحی تفصیلی، یک بار یکنواخت برای ۸

omoorepeyman.ir

گهواره و یک بار سنگین‌تر نیز برای ۴ گهواره دیگر به کار رفته است. گهواره‌ای که برای تحمل بارهای سنگین‌تر طراحی شده، به نام گهواره سنگین در شکل ۳-۹ مشخص است. به طور مشابه، دسته‌های مختلف برای دو نوع مختلف بارگذاری طراحی می‌شود.

۳-۱۳-۲-۲ هماهنگی

به کار بردن ۱۲ گهواره و ۱۲ بالابر، نیاز به سیستم الکتریکی دارد که برای هماهنگ کردن حرکت گهواره‌ها طراحی شوند. در عمل، وقتی شناور روی این ریلهای دریایی از آب گرفته می‌شود، بارهای روی گهواره‌های مختلف به صورت قابل ملاحظه‌ای متفاوت می‌باشند. این تغییرات، عدم همسانی در بار و کشش زنجیرها به وجود می‌آورد که باعث عقب ماندن گهواره‌های با بار سنگین‌تر می‌شود. یک طراحی ویژه سیستم الکتریکی، به گهواره‌های عقب اجازه می‌دهد که در هنگام نیاز به طور همزمان با دیگر گهواره‌ها کشیده شود.

۳-۱۴ سرسره‌های دریایی

علی‌رغم پیشرفت صنعت کشتی‌سازی و استفاده از ریلهای دریایی، هنوز هم در کارخانه‌های کشتی‌سازی از مسیرهایی که گهواره به طور مستقیم بر روی سطح شیب‌دار قرار می‌گیرد، استفاده می‌گردد. برای کاهش اصطکاک در سطوح تماس گهواره و مسیر، از روان‌کار به آب اندازی یا انواع مناسب دیگر استفاده می‌شود. رهاسازی گهواره موجب می‌گردد که کشتی و گهواره به درون آب بلغزند که می‌توان کشتی را از سینه، پاشنه یا پهلو درون آب انداخت. این حالت آب اندازی بخصوص در سرسره‌های طولی، محدودیتهایی را از نظر سازه شناور و سیستم آب اندازی ایجاب می‌کند که باید مطالعه اولیه بر روی شرایط تعادل شناور در مسیر حرکت و بعد از آب اندازی صورت گیرد.

omoorepeyman.ir

۳-۱۴-۱ محاسبات نهایی آب اندازی طولی

۳-۱۴-۱-۱ وزن و مرکز گرانش

محاسبات این قسمت باید به صورت سازمان یافته بر حسب یک روش متداول انجام شود. دستگاهها، تجهیزات، ماشین‌آلات و دیگر اجزایی که درون کشتی نصب نشده‌اند را نیز، در محاسبات باید مد نظر داشت. وزن اتاقکهای موقت، انبارها، چراغها، تهویه‌های موقت، چوب‌بستها، نردبانها، مخازن تعادل، مواد خام، ابزارها، دستگاههای کارگاه ساخت، سیم جوشکاری، شلنگهای هوا، تجهیزات پس‌زنی مربوط به کشتی، گهواره، لنگرها و دست‌اندرکاران به آب اندازی را باید در نظر گرفت. موقعیت طولی و عمودی مرکز گرانش در شرایط به آب اندازی، باید تعیین شود. اگر تعیین دقیق موقعیت طولی مرکز گرانش کشتی ممکن نباشد، شرط احتیاط است که در تعیین فشارهای انتهای مسیر، محل آن از موضع به دست آمده، کمی به دریا نزدیک‌تر و هنگام برآورد پایین پرش، محل آن از موقعیت محاسبه شده، کمی از دریا دورتر در نظر گرفته شود.

۳-۱۴-۱-۲ غوطه‌وری در حین به آب اندازی

هنگام به آب اندازی، لازم است که ارتفاع مد، معین و عمق مشخصی از آب روی انتهای مسیر فرض شود. عمق آب را می‌توان بر اساس جدولهای ارتفاع مد برای تاریخ و ساعت به آب اندازی برآورد کرد. به آب اندازی باید در آب ساکن انجام شود. بنابر احتیاط، می‌توان فرض کرد که باد مخالف یا تغییر ارتفاع آب و فشار جوی بالا، وجود دارد که سطح آب را از مقدار پیش‌بینی شده پایین‌تر می‌آورد.

۳-۱۴-۱-۳ مکان کشتی روی بستر لغزش

پس از محاسبات مربوط به بند قبل، ابعاد و مکان گهواره در زیر کشتی باید تعیین شود تا از هرگونه اضافه فشار یا کمبود فشار روان‌کار جلوگیری شود و تکیه‌گاهی مطمئن برای کشتی فراهم شود. با این فرض که مسیرهای ثابت در اندازه‌ای استاندارد ساخته شده‌اند، فواصل مکانهای مختلف کشتی روی بستر لغزش، برابر با طول مقاطع مسیرهای ثابت می‌باشند.

omoorepeyman.ir

۳-۱۴-۱-۴ وضعیت شناوری

وضعیت شناوری بر اساس وزن به آب اندازی کشتی و موقعیت مرکز گرانش تعیین می‌شود. گهواره، به غیر از حاملهای پاشنه، باید غوطه‌وری مثبت داشته باشد و از وزن آن چشم‌پوشی می‌شود. با توجه به حرکت پایین روی کشتی، جابه‌جایی‌ها و مکانهای طولی مرکز غوطه‌وری، از روی نمودارهای بوژن بر حسب نقاط برخورد ایستگاههای جابه‌جایی وارد شونده به آب با خط مبنا به دست می‌آیند. اگر جابه‌جایی‌ها و مراکز غوطه‌وری نسبت به نقطه برخورد خط مبنا با آب، مکان یابی شوند، برای محاسبات بعدی چنین فرض می‌شود که کشتی دو ایستگاه جابه‌جایی حرکت کرده، دارد. اگر معادلات شکل بدنه در یک فایل رایانه‌ای ذخیره شده باشند، می‌توان با استفاده از رایانه، غوطه‌وری و لنگرها را در مقاطع پیاپی محاسبه کرد.

۳-۱۴-۱-۵ فشارهای انتهای مسیر و لنگر ضد الاکلنگی

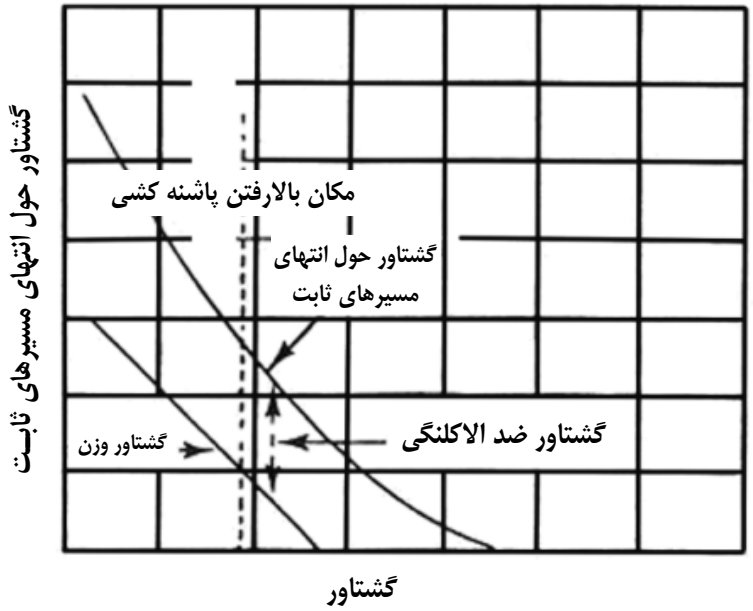
پس از گذشتن مرکز گرانش کشتی از انتهای مسیر، لنگری پدید می‌آید که تمایل دارد بخش ساحلی کشتی و گهواره را از روی مسیرهای ثابت بلند کند. این لنگر که به ضد الاکلنگی مشهور می‌باشد، در جهت مخالف لنگر غوطه‌وری حول انتهای مسیر عمل می‌کند. لنگرهای غوطه‌وری و وزن را می‌توان همانند شکل ۳-۱۰ در یک دستگاه مختصات بر حسب ایستگاههای وارد شده به آب رسم کرد.

برای دوری جستن از وضعیت الاکلنگ، همواره لنگر غوطه‌وری باید بزرگتر از لنگر وزن باشد. اختلاف این دو لنگر به لنگر ضد الاکلنگی مشهور است.

کشتی پس از ورود به آب تحت تأثیر دو نیروی گرانش (وزن) و غوطه‌وری قرار می‌گیرد. برایند حاصل، اختلاف این دو نیرو بوده و اثر تکیه‌گاهی مسیرهای ثابت را نشان می‌دهد. اگر برایند در $\frac{۱}{۳}$ میانی طول تماس مسیرهای ثابت و متحرک قرار گیرد، برای توزیع بار می‌توان ذوزنقه‌ای را در نظر گرفت که اضلاع عمودی آن، وزن در واحد طول یا نیرو در واحد سطح روان‌کار را نشان می‌دهند. در غیر این صورت، توزیع بار به صورت مثلثی می‌باشد که طول قاعده آن ۳ برابر فاصله برایند تا انتهای مسیرها است. به ازای افزایش جابه‌جایی یا مقاطع وارد شده به آب، بارگذاری مسیرهای ثابت باید بررسی شوند. بار به کف کشتی وارد می‌شود و در صورت عدم وجود لایی‌های طولی پیوسته، از لایی‌های فاصله‌دار

omoorepeyman.ir

برای پخش بار استفاده می‌شود. با شناسایی توزیع بار سازه کف کشتی، اگر برای پیشگیری از آسیب‌رسانی فشارهای ته مسیر، نیاز به تقویت باشد، محاسبات مربوطه جداگانه انجام می‌شوند.



شکل ۳-۱۰ نمودارهای وضعیت الاکلنگی

۳-۱۴-۱-۶ چرخش

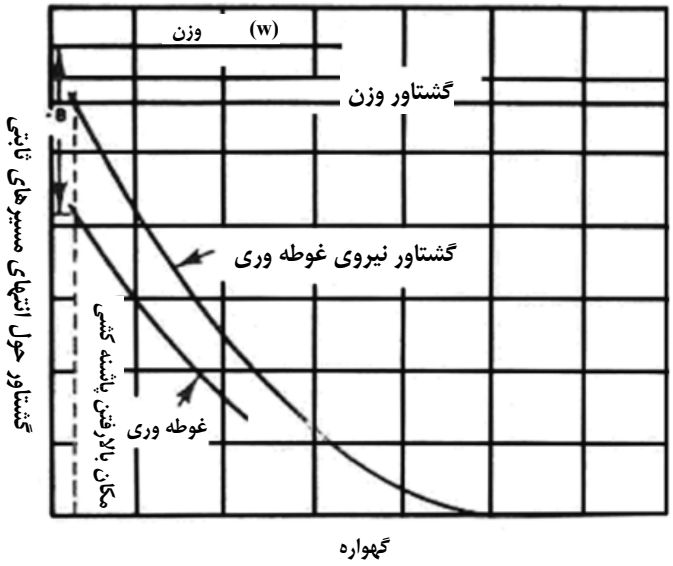
این پدیده هنگامی رخ می‌دهد که لنگرهای غوطه‌وری و وزن حول حایل سینه با هم برابر شوند، البته لنگر وزن، همواره ثابت می‌باشد (شکل ۳-۱۱). اگر از نوارهای لهش در حایل سینه استفاده شود، به علت عدم مقاومت کافی این نوارها در برابر فشارهای بالا، چرخش آغازین حول پاشنه حایل انجام می‌گیرد. با افزایش فشار، موقعیت چرخش به طرف سینه حایل پیشروی می‌کند و اگر زاویه چرخش به اندازه کافی بزرگ باشد، ممکن است تا نزدیکیهای سینه حایل هم برسد.

در حایلهای غلتکی، موقعیت نقطه چرخش در راستای طول حایل سینه در میانه واقع می‌شود. در محاسبات، طول گهواره معین است اما ممکن است طول حایل سینه مشخص نباشد. موقعیت نقطه چرخش را می‌توان در میانه طول حایل سینه در نظر گرفت. در لحظه چرخش، بار وارد به حایل سینه به

omoorepeyman.ir

بیشترین حد خود می‌رسد و برابر با میزان اختلاف نیروهای وزن و غوطه‌وری می‌گردد. حتی اگر قرار باشد کشتی و گهواره از انتهای مسیرهای ثابت پایین پرش کنند، بهتر است مسیرها در زیر آب به حد کفایت برای شناورهای کامل در نظر گرفته شوند. طی چرخش باید لنگرهای وزن و غوطه‌وری حول حایل سینه با هم برابر باشند.

برای هر جابه‌جایی طی لغزش، آبخور در حایل سینه مشخص است. آبخور در عمود پاشنه برای وضعیت شناوری کشتی محاسبه می‌گردد. بلند شدن پاشنه منجر به پایین آمدن دماغه می‌گردد و باید اطمینان حاصل شود که انتهای شاه‌تیر در قسمت سینه کشتی، تا حدی سقوط می‌کند که با بستر لغزش یا بلوکهای بی‌مصرف شاه‌تیر کف برخورد نکند.



شکل ۳-۱۱ نمودارهای چرخش

۳-۱۴-۱-۷ استحکام

در کشتیهایی که نسبت طول به ارتفاع آنها بالا بوده یا دریچه‌های بسیار محکمی در عرشه یا ناپیوستگیهای دیگری در اعضای مقاوم طولی خود دارند، ممکن است تنشهای بالایی در اعضای بدنه

omoorepeyman.ir

پدید آید. البته در صورتی که اعضای مقاوم طولی، دریچه‌های موقتی بزرگ داشته باشند یا هنوز عملیات ساخت یا جوشکاری آنها تکمیل نشده باشد، باز هم این تنشها رخ می‌دهند.

با حرکت رو به پایین کشتی در روش پاشنه رو، شاه‌تیر اصلی به موازات دورتر شدن انتهای دریایی گهواره از ته مسیرها و پیش از چرخش، در معرض تاقدیس (هاگینگ) قرار می‌گیرد. برآورد تنشهای تاقدیس، به همان روشی که برای محاسبه استحکام کشتی روی یک موج استفاده می‌شد، انجام می‌شود. نمودار وزن کشتی رسم شده و نیروهای تکیه‌گاهی مسیرهای ثابت و غوطه‌وری برای هر ایستگاه وارد شده به آب تعیین می‌شوند. محاسبات اولیه برای مسافتی انجام می‌شود که در انتهای آن هنوز لنگر ضدالاکلنگی در کمترین حد خود است. سپس نمودار بارگذاری، که اختلاف بین وزن با نیروهای تکیه‌گاهی و غوطه‌وری را نشان می‌دهد، رسم شده و با محاسبه سطوح زیر این نمودار در بازه‌های گوناگون، نمودار نیروی برشی رسم می‌شود. با انجام همین عمل روی نمودار برش، نمودار لنگر خمشی نیز به دست می‌آید. این کار برای هر ایستگاهی که وارد آب می‌شود، انجام شده و سپس نمودارهای لنگر خمشی یکسان می‌شوند. با معلوم بودن مدول مقطع کشتی در هر ایستگاه، می‌توان تنشهای تاقدیس را به دست آورد.

هنگام چرخش، تکیه‌گاههای کشتی حایل سینه در ساحل و اثر غوطه‌وری در دریا می‌باشند و کشتی در معرض ناودیس (ساگینگ) قرار می‌گیرد. در این جا هم مانند حالت پیش، در آغاز چرخش، نمودار بارگذاری رسم و با دو بار محاسبه سطوح زیر نمودار بار، نمودار لنگر خمشی تعیین می‌شود که می‌توان از روی آن، تنشهای بیشینه ناودیس را به دست آورد. در مورد تنشهای موضعی ناشی از فشار ته مسیر در کف کشتی، باید بررسی بیشتری انجام شود. برای ایستگاههای مختلف وارد شده به آب، نیروی تکیه‌گاهی در واحد طول معین است و نموداری یکپارچه از بیشترین فشارهای ته مسیر روی مقطع عرضی کشتی رسم می‌شود. نیروی تکیه‌گاهی مسیرهای ثابت از طریق روان‌کار، مسیرهای متحرک، گوه‌ها، گوه سوارها، لایی‌ها و یا الوارهای حایل به کشتی منتقل می‌شود. به این ترتیب توزیع بار روی هر بلوک یا الوار را می‌توان به دست آورد.

omoorepeyman.ir

۳-۱۴-۱-۸ محاسبات شناوری کشتی، پیش چرخش و چرخش

در اشکال ۳-۱۲ تا ۳-۱۶، وضعیتهای مختلف کشتی از آغاز حرکت تا لحظه سکون در آب نشان داده شده است.

نمودارهای زیر باید رسم شوند:

۱- وزن

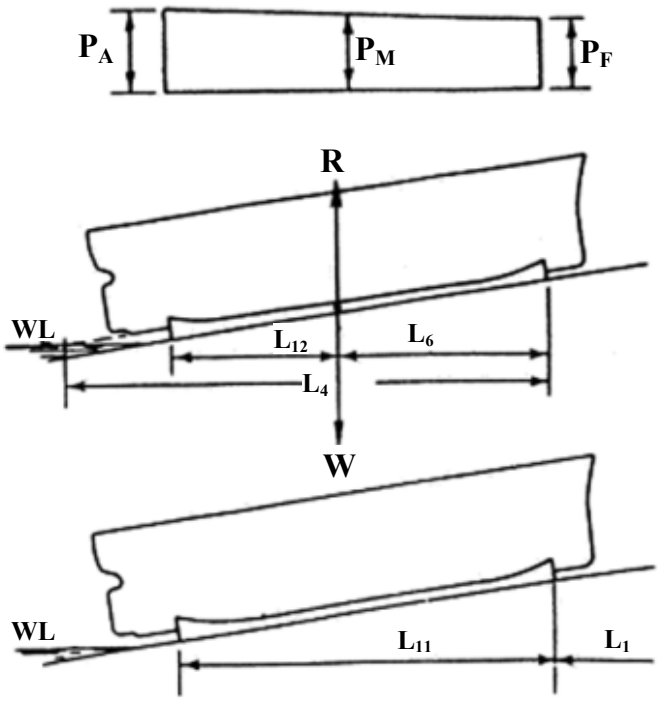
۲- غوطه‌وری

۳- لنگر وزن حول انتهای مسیرهای ثابت

۴- لنگر غوطه‌وری حول انتهای مسیرهای ثابت

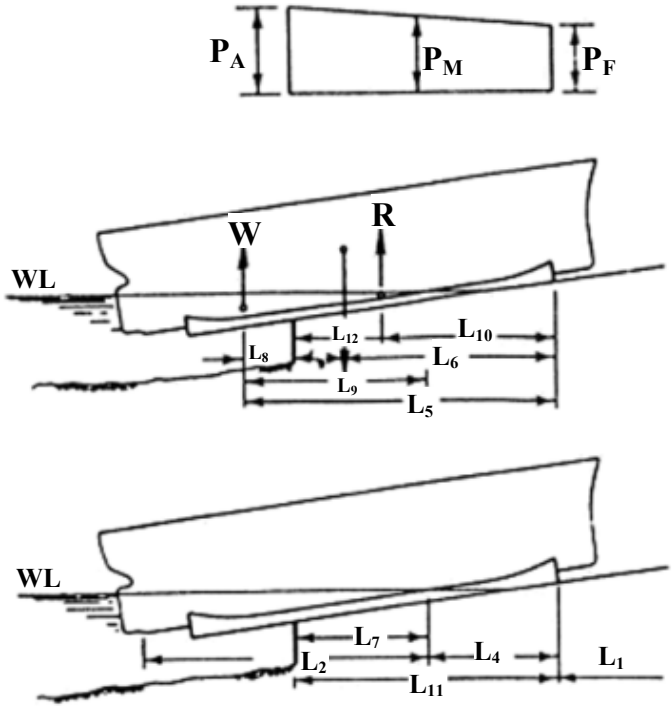
۵- لنگر وزن حول حایل سینه

۶- لنگر غوطه‌وری حول حایل سینه



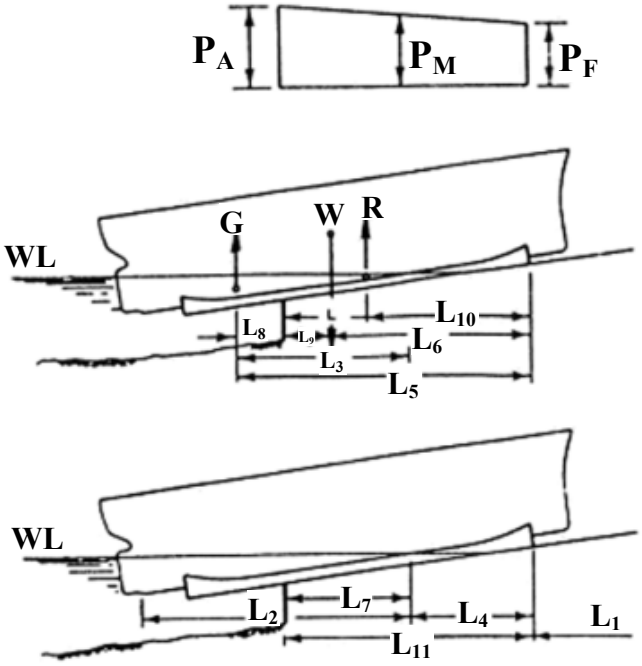
شکل ۳-۱۲ کشتی پیش از ورود به آب

omoorepeyman.ir



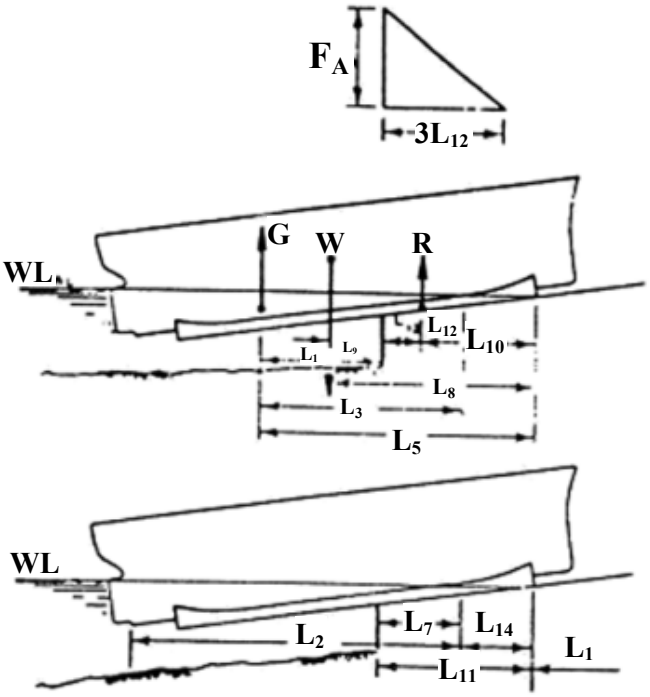
شکل ۳-۱۳ کشتی پس از ورود جزیی به آب، در حالی که مراکز غوطه‌وری و گرانش، پیش از انتهای مسیر واقع می‌باشند.

omoorepeyman.ir



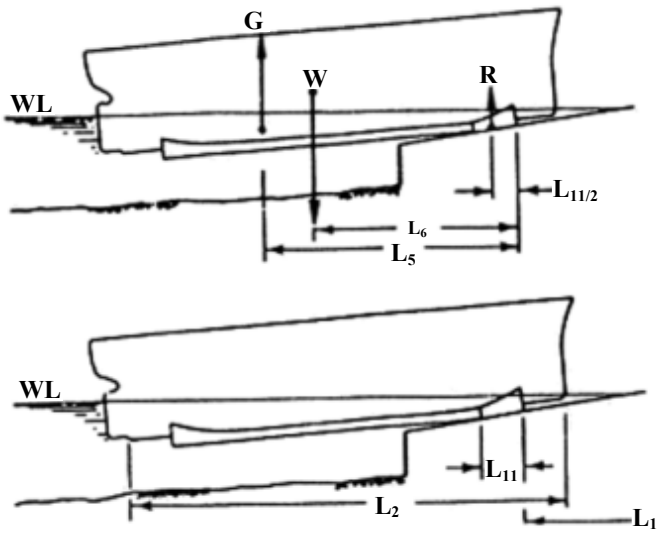
شکل ۳-۱۴ کشتی پس از ورود جزیی به آب، در حالی که مرکز غوطه‌وری، پس از انتهای مسیر و مرکز گرانش، پیش از آن واقع می‌باشد.

omoorepeyman.ir



شکل ۳-۱۵ کشتی پس از ورود جزیی به آب، در حالی که مرکز غوطه‌وری و مرکز گرانش، پس از انتهای مسیر و پیش از چرخش واقع می‌باشند.

omoorepeyman.ir



شکل ۳-۱۶ کشتی به هنگام چرخش

۳-۱۴-۱-۹ آبخورهای پیش چرخش در مسیرهای خمیده

برای تعیین آبخورهای دو عمود در هر جابه‌جایی لغزشی روی مسیرهای خمیده پیش از چرخش، از روابط زیر استفاده می‌شود:

$$H_{FP} = h - B \times x + \frac{x}{2R_C}(C - x) + S_{PP} \quad x + \frac{x}{R_C} \tag{۱۸}$$

$$H_{AP} = h - B \times x + \frac{x}{2R_C}(C - x) - (L_{PP} - S_{PP})\left(\alpha + \frac{x}{R_C}\right) \tag{۱۹}$$

که در این روابط:

H_{FP}: ارتفاع شاه‌تیر کف در عمود سینه نسبت به سطح آب

H_{AP}: ارتفاع شاه‌تیر کف در عمود پاشنه نسبت به سطح آب

h: ارتفاع اولیه مسیرهای ثابت در سینه حایل سینه نسبت به سطح آب

B: شیب خط واصل مسیرهای ثابت در حایل سینه به انتهای مسیر

x: مسافت لغزش در راستای خط واصل

omoorepeyman.ir

C: طول خط واصل انتهای ساحلی حایل سینه به انتهای مسیر

R_C: شعاع خمیدگی مسیر ثابت

S_{PP}: فاصله بین انتهای ساحلی حایل سینه تا عمود سینه

α: شیب اولیه شاه‌تیر کف کشتی

L_{PP}: فاصله بین دو عمود کشتی

۳-۱۴-۱-۱۰ محاسبات پایین پرش

زمان بین پایین پرش تا بیشترین سقوط دماغه (که دو برابر سقوط استاتیکی است) را می‌توان نصف پریود پیچینگ کشتی به آب انداخته شده در نظر گرفت و از روی آن، فاصله بین وجه زیرین سینه حایل سینه تا انتهای ته مسیرها تعیین می‌شود.

۳-۱۴-۱-۱۱ سرعت سر خوردن

سرعت لغزش تا پیش از این که مقاومت آب قابل توجه گردد، از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$V = \sqrt{2 \times g \times S \times \cos\theta\left(\tan\theta - f_S\right)} \qquad (۲۰)$$

در رابطه فوق:

V: سرعت لغزش

g: شتاب گرانش

S: مسافت لغزش در راستای مسیرها

θ: شیب مسیرهای ثابت

f_S: ضریب اصطکاک لغزشی

توجه کنید که **$a=gCos\theta\ (\tan\theta-f_S)$** شتاب کشتی می‌باشد.

۳-۱۴-۱-۱۲ تحلیل انرژی و ارتباط آن با سرعت

کار نیروی پسای آب به علاوه کار نیروی اصطکاک، به علاوه انرژی جنبشی به دست آمده، برابر اختلاف انرژی پتانسیل می‌باشد. این رابطه، در شکل ۳-۱۷ به صورت ترسیمی آمده است.

omoorepeyman.ir

با توجه به تماس گهواره و مسیرهای ثابت:

$$\frac{W}{2g}\left(V_2^2 - V_1^2\right) = W \times S \times \sin\theta - f_s\left(W - \Delta\right)S \times \cos\theta - R \times S \quad (۲۱)$$

در این رابطه:

W: وزن کشتی و گهواره

V_2: سرعت در انتهای بازه مسافت لغزش مورد نظر

V_1: سرعت در ابتدای بازه مسافت لغزش مورد نظر

S: بازه مسافت لغزش مورد نظر

Δ: جابه‌جایی کشتی

R: مقاومت آب

با حرکت رو به پایین کشتی، سرعتها بر اساس مقدار پیش فرض ضریب اصطکاک لغزشی و پس از ورود پاشنه به آب، بر مبنای مقادیر محاسبه شده مقاومت آب محاسبه می‌گردند. به طور متداول، بازه‌های مسافت لغزش را برابر فاصله بین ایستگاهها در نظر می‌گیرند.

پس از جدایی گهواره از مسیرهای ثابت:

$$\frac{W}{2g}\left(V_2^2 - V_1^2\right) = -R \times S \quad (۲۲)$$

با شروع عملگری اولین زنجیرهای کشش:

$$\frac{W}{2g}\left(V_2^2 - V_1^2\right) + \frac{W_{D1} \times V_2^2}{2g} = -f_D \times W_{D1} \times S - R \times S \quad (۲۳)$$

که در آن:

W_{D1}: وزن زنجیرهای کشش اولیه

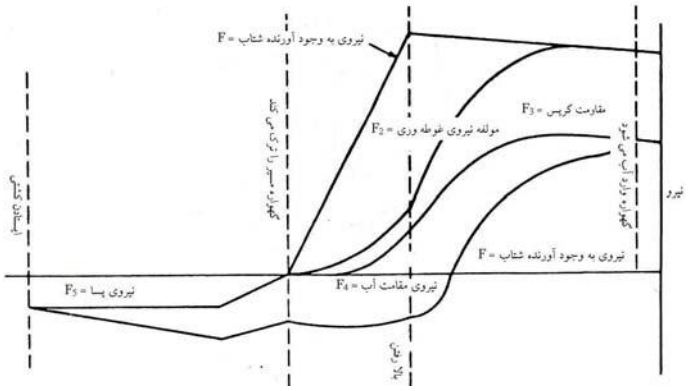
f_D: ضریب اصطکاک کشنده‌ها

و با شروع عملگری زنجیرهای ثانویه:

$$\frac{(W + W_{D1})}{2g}\left(V_2^2 - V_1^2\right) + \frac{W_{D2} \times V_2^2}{2g} = -f_D\left(W_{D1} + W_{D2}\right)S - R \times S \quad (۲۴)$$

که W_{D2} وزن زنجیرهای ثانویه است.

omoorepeyman.ir



شکل ۳-۱۷ نمونه‌ای از نمودار نیرو روی مسیرهای خمیده

۳-۱۴-۲ محاسبات پهلو رو

۳-۱۴-۲-۱ محاسبات مقدماتی و قطعی

محاسبات انجام شده بر اساس روش پاشنه رو، کم و بیش دارای استفاده‌های کاربردی می‌باشند. تعیین موقعیت عمودی مرکز گرانش در کشتیهای باریکی که اجزایی به تجهیزات عرشه آنها در زمان به آب اندازی اضافه می‌شوند، اهمیت بالایی دارد. مرکز گرانش از نظر طولی باید بالاتر از مرکز گرانش روان‌کار قرار گیرد. به این ترتیب احتمال لغزش غیر یکنواخت در دماغه و پاشنه و چرخش روی مسیرها کاهش می‌یابد. برای دستیابی به این هدف می‌توان پیش از به آب اندازی، بخشی از سازه، ماشین‌آلات و تجهیزات را از روی کشتی برداشت، مخازن تعادل موقتی نصب کرد و یا با اقداماتی همچون تنظیم اضافه طولهای دماغه و پاشنه، افزایش فاصله بین مسیرهای ثابت، نصب مسیرهای ثابت اضافی و تغییر دادن طول یا عرض سورتمه، با هدف تغییر سطح تکیه‌گاهی روان‌کار، به هدف مورد نظر رسید.

در روش چوب اسکی، می‌توان از راهکارهایی همچون تغییر تعداد، عرض و فاصلهٔ چوبها برای تنظیم موقعیت طولی مرکز گرانش روان‌کار سود جست. اگر مسیرهای ثابت به اندازهٔ کافی در زیر آب امتداد پیدا کنند، کشتی روی سورتمه‌های بالا جهش می‌کند و هیچ مشکلی از نظر ایجاد فشارهای بالاروی کف کشتی طی کج شدن در ته مسیر پیش نمی‌آید. بنابراین هیچ نگرانی در خصوص واژگونی در حالت غلتش به سمت دریا یا برخورد به انتهای مسیر یا لبهٔ اسکله در حالت غلتش به سمت ساحل وجود ندارد.

omoorepeyman.ir

برای کشتیهای بزرگ و سنگین، ممکن است امتداد مسیرها در زیر آب طولانی‌تر شود. در محاسبات فرض می‌شود که مسیرهای ثابت، به صورت مستقیم و نزدیک به لبهٔ آب بوده و کشتی با تکیه بر سورتمه‌ها وارد آب می‌شود.

۳-۱۴-۲-۲ حرکات کشتی

حرکت کشتی را می‌توان در چهار مرحلهٔ پیاپی زیر دنبال کرد:

الف: لغزش

حرکت خطی کشتی از لحظه رهاسازی تا آغاز کج شدن رو به پایین مسیرها

ب: کج شدن

آغاز کج شدن تا زمانی که بدنه برای نخستین بار با آب تماس پیدا می‌کند.

ج: کج شدن همراه با غوطه‌وری

پس از اولین تماس بدنه با آب تا جدا شدن سورتمه‌ها از ته مسیر که پایان مرحلهٔ کج شدن می‌باشد.

د: پرش

در این مرحله پس از جدا شدن سورتمه‌ها، فرو روی، غلتش و حرکت انتقالی، کشتی به وضعیت سکون می‌رسد.

۳-۱۴-۲-۳ محاسبهٔ مسافت، سرعت، شتاب، زوایهٔ هیل و برایند نیروها در مرحلهٔ لغزش

با نگاهی به شکل ۳-۱۸، سرعت در راستای مسیرها همچون حالت پاشنه رو، به صورت زیر به دست می‌آید:

$$\mathbf{V} = \sqrt{2 \times \mathbf{g} \times \mathbf{S} \times \cos\theta\left(\tan\theta - \mathbf{f_S}\right)} \qquad (۲۵)$$

$$\mathbf{V} = \sqrt{2 \times \mathbf{g} \times \left(\mathbf{L} - \mathbf{x}\right) \times \cos\theta\left(\tan\theta - \mathbf{f_S}\right)}$$

که در روابط فوق:

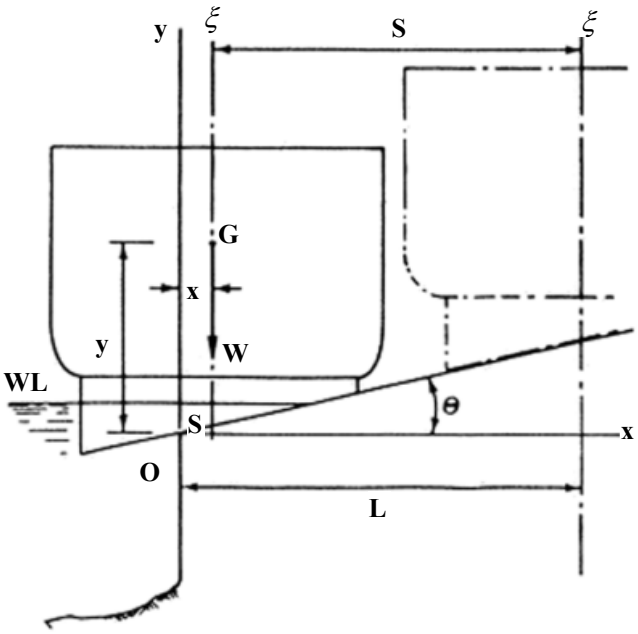
g: شتاب ثقل

V: سرعت در راستای مسیرها

omoorepeyman.ir

L: فاصله اولیه مرکز گرانش کشتی از ته مسیرها

x: فاصله مرکز گرانش کشتی از ته مسیرها در هر لحظه



شکل ۳-۱۸ مرحلهٔ اول، لغزش

۳-۱۴-۲-۴ محاسبهٔ مسافت، سرعت، شتاب، زاویهٔ هیل و برایند نیروها در مرحلهٔ کج شدن

با نگاهی به شکل ۳-۱۹، از فرضیات زیر برای این مرحلهٔ و مراحل بعد استفاده می‌شود.

$$\mathbf{Sin\theta=tan\theta=\theta}$$

$$\mathbf{Sin\varphi=tan\varphi=\varphi} \qquad (۲۶)$$

$$\mathbf{Cos\theta=Cos\varphi=1}$$

که **φ** زاویه کج شدن کشتی حول محوری گذرا از مرکز گرانش کشتی است. مبدأ در سطح رویی بخش فرا ساحل مسیرهای ثابت در نظر گرفته می‌شود.

روابط زیر در این مرحله به کار می‌روند:

$$\mathbf{x = \dot{s}.t = vt} \qquad (۲۷)$$

که در آن:

omoorepeyman.ir

x: فاصله افقی مرکز گرانش کشتی از مبدأ رو به دریا

S: مسافت پیموده شده از انتهای مرحلهٔ لغزش

t: زمان سپری شده از انتهای مرحلهٔ لغزش

V یا $\dot{s}$: سرعت در انتهای مرحلهٔ لغزش

$$y = x(\theta + \varphi) - \overline{SG} \qquad (۲۸)$$

که در آن:

y: موقعیت عمودی مرکز گرانش کشتی نسبت به مبدأ

$\overline{SG}$: ارتفاع مرکز گرانش کشتی در راستای خط مرکز نسبت به وجه زیرین سورتمه‌ها

$$\varphi = \frac{g k_\varphi}{2(\dot{s})^2}\left(\frac{\dot{s}t}{k_\varphi} - \text{arctg}\frac{\dot{s}t}{k_\varphi}\right) \qquad (۲۹)$$

در رابطه بالا:

φ: زاویه هیل کشتی

$k_\varphi = \sqrt{\frac{I_{\varphi.g}}{W}}$: شعاع ژیراسیون کشتی و سورتمه‌ها حول محور طولی گذرنده از مرکز گرانش کشتی

$\dot{s}$: سرعت کشتی در انتهای مرحلهٔ لغزش

I_φ: لنگر اینرسی جرم کشتی و سورتمه‌ها حول محور طولی گذرنده از مرکز گرانش کشتی

W: وزن کشتی و سورتمه‌ها

t: زمان سپری شده از انتهای مرحلهٔ لغزش به بعد

$\dot{\varphi}$ سرعت زاویه‌ای بوده و از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\dot{\varphi} = \frac{g}{2\dot{s}} \times \frac{\left(\frac{\dot{s}t}{k_\varphi}\right)^2}{1 + \left(\frac{\dot{s}t}{k_\varphi}\right)^2} \qquad (۳۰)$$

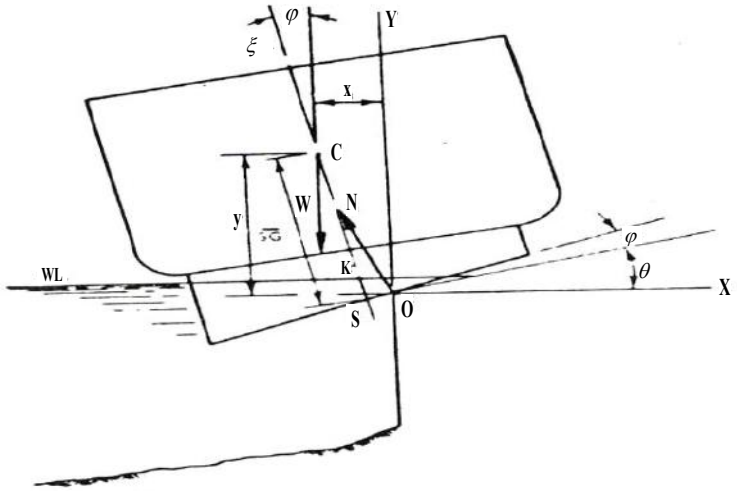
همچنین برای شتاب زاویه‌ای $\ddot{\varphi}$ می‌توان نوشت:

omoorepeyman.ir

$$\ddot{\varphi} = \frac{g}{k_\varphi} \times \frac{\frac{st}{k_\varphi}}{\left[1+\left(\frac{\dot{s}t}{k_\varphi}\right)^2\right]^2} \qquad (۳۱)$$

N نیروی واکنش تکیه‌گاه ته مسیر، هنگام کج شدن نیز به صورت زیر قابل محاسبه می‌باشد.

$$N = \frac{W}{\left[1+\left(\frac{\dot{s}t}{k_\varphi}\right)^2\right]^2} \qquad (۳۲)$$



شکل ۳-۱۹ مرحلهٔ دوم، کج شدن

۳-۱۴-۲-۵ محاسبهٔ مسافت، سرعت، شتاب، زاویهٔ هیل و برایند نیروها در مرحلهٔ غوطه‌وری

با توجه به شکل ۳-۲۰، اگر در معادلات حرکت مرحلهٔ پیش (کج شدن)، اثر فشار آب روی قسمت غوطه‌ور منظور شود، می‌توان به روابط توصیف کننده این مرحلهٔ رسید. غوطه‌وری و پسای آب سرعت، پایین‌روی کشتی را کم می‌کند. برای آگاهی از امکان واژگون شدن کشتی یا برخورد سورتمه‌ها به بستر دریا، بیشترین زاویه هیل محاسبه می‌شود. در این مرحله:

omoorepeyman.ir

$$\dot{x}_m = \frac{\dot{x}_2}{2}\left[1 + \frac{e^{-n(x-x_2)}}{1+k}\right] \quad (۳۳)$$

در این رابطه:

$\dot{x}_m$: سرعت متوسط افقی

x_2: مسافت افقی پیموده شده طی مرحلهٔ کج شدن

$$\dot{x}_2 \approx \dot{s}$$

$$n = \frac{C_x \times \rho \times g \times A_{cl}}{4 \times W(1+k)}$$

$$k = \frac{\lambda_x g}{W}$$

C_x: ضریب مقاومت بی بعد برابر یک

$\lambda_x = \frac{2}{3}\rho\nabla\frac{A_{cl}}{A_w}$ ضریب جرم اضافه شده برای مؤلفه حرکت افقی

در رابطه اخیر:

A_w: مساحت سطح آبخور

ρ: چگالی آب

A_{cl}: مساحت زیر آب صفحه خط مرکز

e: عدد نپر برابر ۲/۷۱۸

W: وزن کشتی و سورتمه‌ها

∇: حجم جابه‌جایی

در آغاز مرحلهٔ غوطه‌وری، مقادیر اولیه زیر مفروض هستند:

$\lambda_y=0$، $A_{cl}=0$، $\dot{x} = \dot{x}_2$ ، $x=x_2$ و $t=0$

و x (مسافت افقی پیموده شده از آغاز مرحلهٔ کج شدن) به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$x = x_2 + \dot{x}_{mt}.t \quad (۳۴)$$

X_2: مسافت افقی پیموده شده طی مرحلهٔ کج شدن

omoorepeyman.ir

x_m: مسافت افقی پیموده شده طی مرحلهٔ غوطه‌وری

t: زمان سپری شده طی مرحلهٔ غوطه‌وری

$\dot{x}_m$: متوسط مؤلفه افقی سرعت طی مرحلهٔ غوطه‌وری

$$\dot{\varphi} = \frac{g}{2\dot{x}_m} \times \frac{(1-a_1)\tau^2 - a_2}{\left(1+\frac{gb}{2\dot{x}_m}\right)\tau_1^2 + 1} \quad (۳۵)$$

در این رابطه:

$\dot{\varphi}$: سرعت زاویه‌ای طی مرحلهٔ غوطه‌وری

$\dot{x}_m$: متوسط مؤلفه افقی سرعت طی مرحلهٔ غوطه‌وری

$$a_1 = \frac{\rho g \nabla}{2W}$$

$$\tau = \frac{x}{k_\varphi} = \frac{x_2}{k_\varphi} + \frac{x_{mt}t}{k_\varphi}$$

∇: حجم جابه‌جایی

$k_\varphi = \sqrt{\frac{I_\varphi \cdot g}{W}}$ شعاع ژیراسیون کشتی و سورتمه‌ها حول محور طولی گذرنده از مرکز گرانش کشتی

x_2 و x_m مسافتهای افقی پیموده شده به ترتیب در مراحل کج شدن و غوطه‌وری

$$a_2 = \frac{x_2^2}{k_\varphi^2}\frac{y\nabla}{2W}\left[\frac{2C_y\dot{x}_m\dot{x}_2}{g} - 1\right] \quad (۳۶)$$

C_y: ضریب اصطکاک بی بعد برابر یک

$$b = \frac{C_y\rho\nabla + 4\lambda_y}{W}\dot{x}_m$$

$$\lambda_y = \frac{1}{2}\rho\nabla\frac{A_w}{A_{Cl}}$$

λ_y: ضریب جرم اضافه شده برای مؤلفه عمودی حرکت

omoorepeyman.ir

$$\varphi = \frac{gk_{\varphi}}{2\dot{x}_m^2} \left\{ \begin{array}{l} \left[1 - \frac{1}{2}\left(a_1 + b\dot{\varphi}\right)\right]\tau - \\ \left[1 - \frac{1}{2}\left(a_1 + b\dot{\varphi} - a_2\right)\right]\arctan\tau \end{array} \right\} + \varphi_2\left(1 - \frac{\dot{s}_1^2}{x_m^2}\right) \quad (۳۷)$$

با استفاده از رابطه بالا و $y = x(\theta + \varphi) - \overline{SG}$ برای یک x مشخص و چند φ، رفتار کشتی تا هنگامی که سورتمه‌ها تماس خود را با ته مسیر حفظ کرده‌اند، بررسی می‌شود و مقادیر A_w، A_{cl} و ∇ بر حسب φ رسم می‌شوند. با انجام محاسبات مشابه، نمودارهایی برای x های دیگر کشیده می‌شوند. در آغاز مرحلهٔ غوطه‌وری، با در دست داشتن $A_w=A_{cl}=\nabla=0$، $\dot{x}_m = \dot{S}\cdot\varphi$ برای x نخست محاسبه می‌شود. مقادیر اولیه A_w، A_{cl} و ∇ از نمودارها به ازای هر x و φ، به دست می‌آیند.

مقادیر اولیه φ و x و سرعتهای متناظر آنها نیز قابل محاسبه می‌باشند. در انتهای مرحلهٔ غوطه‌وری:

$$x_3 = \frac{L_s}{2} + \overline{GS}\varphi_3 \quad (۳۸)$$

در رابطه فوق:

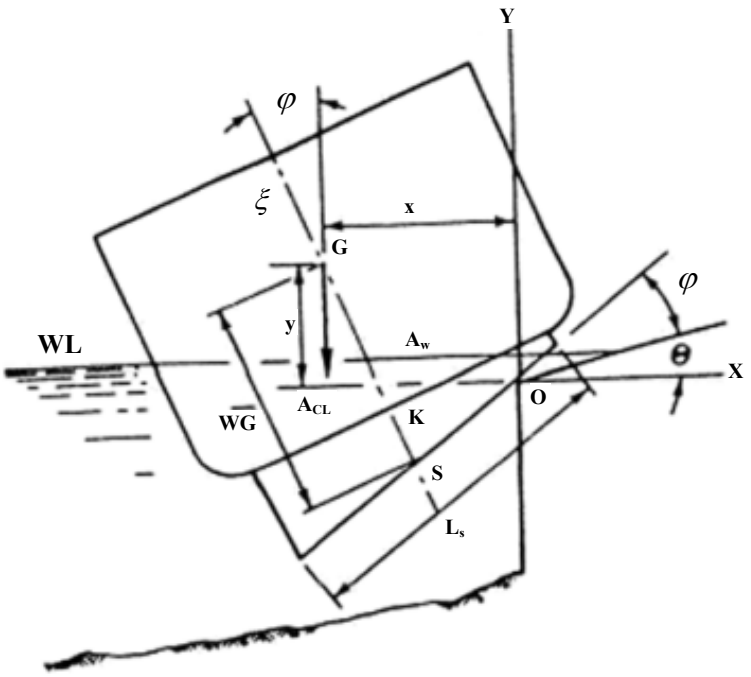
X_3: فاصله مرکز گرانش رو به دریا نسبت به ته مسیرها

L_s: طول سطح لغزنده کف سورتمه

$\overline{GS}$: فاصله عمودی مرکز گرانش نسبت به وجه زیرین سورتمه

Φ_3: زوایه هیل در انتهای مرحلهٔ غوطه‌وری

omoorepeyman.ir



شکل ۳-۲۰ مرحلهٔ سوم، کج شدن و غوطه‌وری

۳-۱۴-۲-۶ محاسبهٔ مسافت، سرعت، شتاب، زوایهٔ هیل و برایند نیروها در مرحلهٔ پرش

با توجه به شکل ۳-۲۱، سورتمه‌ها از ته مسیرها جدا شده و کشتی طی فرو روی و غلطش، به صورت عرضی حرکت می‌کند. از رابطه زیر برای محاسبه فرکانس فرو روی در این مرحلهٔ استفاده می‌شود:

$$\omega_y = \sqrt{\frac{\rho g A w}{\frac{w}{g} + \lambda_y}} \qquad (۳۹)$$

که در آن:

ω_y: فرکانس فرو روی و برابر $\frac{2\pi}{T_y}$

W: وزن به آب اندازی یا $\Delta=\rho g \nabla$

omoorepeyman.ir

λ_y: ضریب جرم اضافه شده برای حرکت عمودی یا $\frac{\rho\nabla A_W}{2A_{Cl}}$

با استفاده از رابطه $\omega_y = \frac{2\pi}{T_y}$، می‌توان زمان تناوب فرو روی را به صورت زیر محاسبه نمود:

$$T_y = 2\pi\sqrt{\frac{W}{g} + \lambda_y \over \rho g A_w} \qquad (۴۰)$$

$$y_2 = \sqrt{(y_3 - y_0)^2 + \left(\frac{\dot{y}_3}{\omega_y}\right)^2} \qquad (۴۱)$$

$$y_{max} = 2\sqrt{(y_3 - y_0)^2 + \left(\frac{\dot{y}_3}{w_y}\right)^2} + y_3$$

در دو رابطه بالا:

y_2: دامنه فرو روش

y_{max}: بیشترین جابه‌جایی مرکز گرانش کشتی در جهت پایین زیر خط آب

y_3: مختصه عمودی مرکز گرانش در پایان مرحلهٔ غوطه‌وری

y_0: مختصه عمودی مرکز گرانش کشتی پس از ساکن شدن

$\dot{y}_3$: مؤلفه عمودی سرعت در پایان مرحلهٔ غوطه‌وری

$$\omega_\varphi = \sqrt{\frac{W.\overline{GM}}{\frac{Wk_\varphi^2}{g} + \lambda_\varphi}} \qquad (۴۲)$$

در این رابطه:

ω_φ: بسامد غلتش

$W=\Delta=\rho g\nabla$: وزن به آب اندازی

$\overline{GM}$: ارتفاع متاسنتریک

λ_φ: ضریب لنگر اینرسی جرم اضافه شده که به صورت زیر تقریب زده می‌شود:

omoorepeyman.ir

$$\lambda_{\varphi} = \frac{\Delta}{12g}\left(B^2 + 4Z^2\right)$$

در این رابطه:

Δ: جابه‌جایی

B: عرض کشتی

Z: ارتفاع مرکز گرانش کشتی نسبت به خط آب

$$T_{\varphi} \approx \frac{2\pi}{\omega_{\varphi}} = 2\pi\sqrt{\frac{\frac{Wk_{\varphi}^2}{g} + \lambda_{\varphi}}{W\overline{GM}}} \qquad (۴۳)$$

T_{φ} دوره تناوب غلتش است.

$$\varphi_{max} = \sqrt{\varphi_3^2 + \frac{\dot{\varphi}_3^2}{\omega_{\varphi}^2}} \qquad (۴۴)$$

φ_{max}: بیشترین زاویه هیل در $\frac{T_{\varphi}}{2}$ ثانیه پس از آغاز مرحلهٔ پرش می‌باشد.

Φ_3: زاویه هیل در انتهای مرحلهٔ غوطه‌وری است.

$$X_{max,o,b,\varphi} = x_3 + \frac{1}{k_4}Ln\left(k\dot{x}_3\frac{T_{\varphi}}{2} + 1\right) \qquad (۴۵)$$

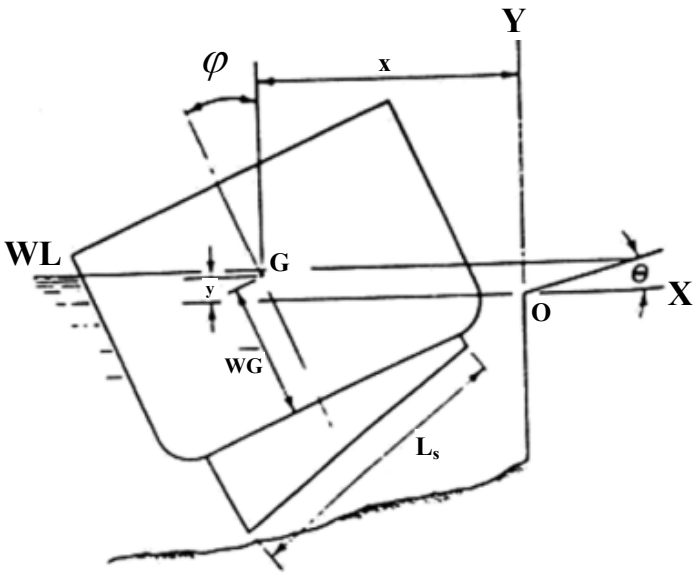
طرف چپ این رابطه، فاصله افقی مرکز گرانش کشتی نسبت به انتهای مسیرها در لحظه بیشینه شدن زاویه هیل رو به دریا و $\dot{x}_3$ مؤلفه افقی سرعت در انتهای مرحلهٔ غوطه‌وری می‌باشد و k_4 هم از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$k_4 = \frac{C_y\frac{\rho}{2}A_{Cl}}{\frac{W}{g} + \lambda_y} \qquad (۴۶)$$

$$x_{max,o,b,\varphi} = x_3 + \frac{1}{k_4}\ln\left(k\dot{x}_3T_{\varphi} + 1\right)$$

طرف چپ این رابطه، فاصله افقی مرکز گرانش کشتی از ته مسیرها در لحظه بیشینه شدن زاویه هیل رو به ساحل می‌باشد.

omoorepeyman.ir



شکل ۳-۲۱ مرحلهٔ چهارم، پرش

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۴

اصول و مبانی طراحی حوضچه خشک

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۴-۱ ساخت حوضچه خشک و پیشرفت در کشتی‌سازی

ساخت کشتیها و بندرگاهها، بدون شک از قدیمی‌ترین شاخه‌های مهندسی است. بندرگاههای ساخته شده در زمانهای قدیم شباهت زیادی به بندرهای کنونی دارند، اما بین حوضچه‌های خشک معاصر و قدیمی شباهتی دیده نمی‌شود. کشتیهای آن دوره کوچک بوده و بنابراین آب اندازی، تمیز کردن و تعمیرات زیر آب بسیار راحت‌تر بوده است.

بررسی پیشرفتهای ساخت حوضچه خشک در قرنهای اخیر، به وضوح نشان می‌دهد که امروزه ساخت حوضچه از پیشرفت کشتی‌سازی تبعیت می‌کند. اصلاح شرایط ساخت و تعمیر کشتیها، توأم با زمان از آب گیری کمتر، یک هدف کلی است. یک مثال از تکامل تدریجی حوضچه از حالت اولیه، تغییر مقطع عرضی می‌باشد که مقطع ذوزنقه‌ای با تعداد زیادی پله در آغاز قرن بیستم، به مقطع مستطیلی مورد استفاده در حال حاضر تغییر کرده است.

پیشرفت ساخت حوضچه، به توسعه فنّاوری کشتی‌سازی و تجهیزات مورد نیاز مثل جرثقیلهای اصلی بستگی دارد. این موضوع منجر به ساخت جرثقیلهایی شده که ظرفیت بالا بردن ۱۵۰۰ تن را در ارتفاع بیش از ۱۷۰ متر و چرخش ۱۷۵ درجه دارا باشند. این جرثقیلها در کارخانه‌های کشتی‌سازی جزو ملزومات شده‌اند.

۴-۲ کف و دیواره‌های کناری

۴-۲-۱ پروفیل کف و دیواره حوضچه خشک

پیشرفت کشتیها و ساخت حوضچه خشک در قرنهای گذشته (بند ۴-۱) نشان می‌دهد مقاطع عرضی کشتیها و حوضچه‌های خشک، در معرض تغییرات پیوسته‌ای قرار گرفته‌اند. واضح‌ترین آنها هم در پروفیل دیواره است که با آفستهای مختلف، تحت زاویه شیب ساخته می‌شدند که سپس، دیواره عمودی یا تاقی جایگزین آن گردید.

omoorepeyman.ir

۴-۲-۱-۱ دیواره‌های حوضچه

علاوه بر تعیین حدود حوضچه خشک، دیواره‌های حوضچه مسایل دیگری دارند که در مراحل طراحی و ساخت باید منظور شوند. دیواره‌های حوضچه باید پایداری مناسب تحت بارهای خارجی ممکن را حفظ کنند. به عنوان مثال بارگذاری فشار پشت دیوار تحت هر شرایطی، شامل فشار آب در حالت پر و خالی حوضچه می‌تواند باشد. بار اضافی پشت دیوارها، بارهای جرثقیلها و کشتی در حال ساخت و به آب اندازی باید در نظر گرفته شوند.

به علاوه، دیواره‌های حوضچه تکیه‌گاهی برای وسایلی هستند که برای از آب گیری، به آب اندازی، انتقال مواد و افراد، تجهیزات خاص موجود در مسیرها و مجاری، مورد استفاده قرار می‌گیرند. همچنین دیواره‌ها به منظور نگهداری تکیه‌گاههای کناری برای کشتیهای آسیب دیده یا کوچک در حوضچه‌های بزرگ و یا محل قرارگیری تجهیزات الکتریکی، پمپاژ، ابزار ضربه‌گیری و مهاربندی استفاده می‌شوند.

اگر دیواره‌ها از بتن ساخته شده باشند، لازم است که از آب‌بندی آنها اطمینان حاصل شود، بخصوص وقتی که اجزای پیش‌ساخته با اتصالات گیردار یا نیمه‌گیردار مورد استفاده قرار می‌گیرند.

از آنجا که تأسیسات، فضای زیادی را اشغال می‌کنند، در حوضچه خشک مدرن توصیه می‌شود یک دیوار عمودی در کناره حوضچه ساخته شود که در مقطع عرضی تورفتگی، مجرا یا خط شکسته داشته باشد و اجازه می‌دهد که از صفحه عمودی معمول دور نباشد.

پروفیل دیواره به سه نوع زیر تقسیم‌بندی می‌شود:

۱- پروفیل عمودی یکنواخت (شکل ۴-۱-۱) که در آن همه تجهیزات، مجاری، مسیرها و غیره، در داخل دیواره قرار دارند و مجاری خروجی همه تجهیزات روی سطح بالایی حوضچه است.

۲- پروفیل عمودی با تورفتگیهای خروجی (شکل ۴-۱-۲) برای تجهیزات آب، الکتریسیته، هوا و غیره.

۳- پروفیل عمودی یا شیب‌دار (شکلهای ۴-۱-۳ و ۴-۱-۴) با پایه‌ها و راهروها و ابزار لازم.

باید توجه شود که طراحی دیواره‌های عمودی یا شیب‌دار دارای پایه که در برخی موارد اقتصادی می‌باشد، اجازه حرکت آزاد به کشتیهای کوچک را نمی‌دهد و باعث می‌شود که امکان برخورد کناره‌های

omoorepeyman.ir

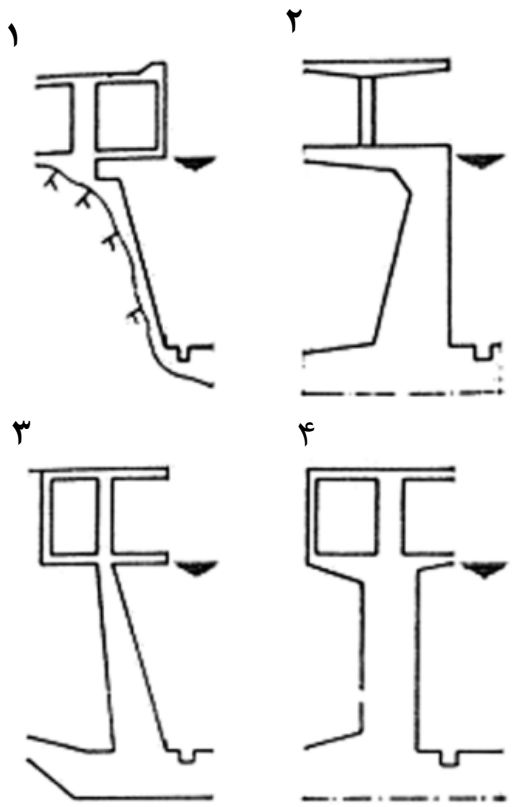
کشتی به این پایه‌ها وجود داشته باشد. در چنین مواردی محافظت به وسیله تیرهای ضربه‌گیر یا تیرکهای شناور صورت می‌گیرد.

در تمام طراحیها، توصیه می‌شود سطح بالایی راهها و پایه‌ها، بدون عایق و با پوشش باشند، زیرا دسترسی به راهروها به وسیله پله یا شیبهای خارج از صفحه عمودی دیوار می‌باشد. این روش برای نردبان اضطراری هم استفاده می‌شود. لبه‌های تیرها و سطوح عمود بر دیوار و سازه‌های دیگری که ممکن است دچار خرابی شوند، باید به وسیله تیغه‌هایی در مقابل ضربه محافظت شوند.

به هر حال انتخاب نهایی پروفیل دیوار، همواره جدا از جنبه‌های اقتصادی و فنّاوری، به وسیله ساختار و نوع حوضچه خشک مشخص می‌شود. بنابراین برای یک حوضچه سنگین با دیواره‌های بزرگ، تورفتگیها مشکلی نخواهد بود اما برای حوضچه‌های سبک با دیواره‌های نازک، ساختن کنسولها ممکن است تنها راه حل باشد. هدف، استفاده از عرض کلی کف است به طوری که فاصله دیواره‌ها با تجهیزات نصب شده، باید به کف نزدیک باشد. در عمل، سازه‌های کمکی مثل مجراهای اضافی یا ریلهای جرثقیل، اگر به صورت سازه‌ای به دیواره‌ها متصل شوند، شامل سازه دیواره خواهند شد. در ضمن، اکثر این تجهیزات بالای سطح ماکزیمم آب هستند و یا در محفظه ضد آب قسمت بالایی دیواره حوضچه، قابل گسترش می‌باشند. این گستردگیها شامل راهروهای مختلف و کانالهای سرویس‌دهی با اتصالات از آب گیری و ابزار کششی می‌باشد.

حذف هر جنبه از طراحی سازه‌ای دیواره یا یک راه حل نادرست، می‌تواند باعث ایجاد کارهای اضافی در ساخت قسمت نگه‌دارنده یا تعویض تجهیزات شود. تأکید می‌شود که شکل و عرض دیواره، به وسیله تجهیزات در حال کار تعیین می‌شود و از بارهای پیش‌بینی شده انتقال یافته ناشی نمی‌شود.

omoorepeyman.ir



۱- قائم و یکنواخت

۲- قائم با طاقچه

۳ و ۴- قائم یا شیب‌دار با کنسول و گالری عبور

شکل ۴-۱ پروفیلهای دیواره حوضچه خشک

۴-۲-۱-۲ کف حوضچه

کف حوضچه باید برای مقاومت در برابر بارهای وارد از طرف کشتی در حال تعمیر یا ساخت، طراحی شده باشد. فشار هیدرواستاتیکی کامل یا کاهش یافته در سطح زیرین، به نوع ساختار حوضچه بستگی دارد. باید امکان مونتاژ و تعمیرات فراهم شود، بنابراین موقعیت صحیح ورقها برای جوشکاری، در کارگاه تأمین می‌گردد.

omoorepeyman.ir

کف حوضچه در مقاطع طولی، افقی یا شیب‌دار در ورودی ساخته می‌شود. در حوضچه‌هایی با کف افقی در جهت طولی، خرکهای مرکزی با ارتفاعهای قابل تغییر تعبیه می‌شوند که می‌توانند متناسب با شیب کیل کشتی در پاشنه، سازگار گردند. تخلیه آب با کانالهای شیب‌دار صورت می‌گیرد که در حوضچه‌های دارای کف شیب‌دار، بین (۰/۴۰٪- ۰/۲۵٪) می‌باشد.

در جهت عرضی، کف حوضچه ممکن است افقی یا به طرف دیواره‌های کناری، شیب‌دار باشد. در حالت شیب‌دار، یک نوار به عرض ۱۰-۶ متر در محور کف حوضچه قرار می‌گیرد و شیبها تا حد امکان کوچک هستند (ماکزیمم ۰/۵٪)، و این عمل جهت سهولت انتقال و تأمین کار تعمیراتی در کنار حوضچه انجام می‌گیرد (شکل ۴-۲). اگر کف حوضچه در جهت طولی یا عرضی افقی باشد، تخلیه در کانالهایی که در هر ۴-۳ متر، عمود بر محور حوضچه و با شیب نسبت به دیواره‌ها قرار گرفته‌اند، صورت می‌گیرد.

ساخت کف که هم در جهت طولی و هم در جهت عرضی افقی است، برای ساخت یا تعمیر کشتیهایی با ابعاد مختلف توصیه می‌شود. این روش هم جانمایی کشتیهای مختلف را در حوضچه تسهیل می‌کند و هم این امکان را فراهم می‌کند که داربستهای پیش‌ساخته قابل حمل، از هم جدا شده یا به هم متصل شوند.

در برخی طراحیها، یک مسیر جداگانه برای حرکت افراد در جایی که دیوار به کف زمین وصل می‌شود، تعبیه می‌شود تا کارگران بتوانند در آن حرکت کنند. این مسیر عرض حوضچه خشک را کاهش می‌دهد، مگر در حالتی که در طراحی بستر حوضچه منظور گردد. بنابراین در طراحیهای اخیر، این مسیرها استفاده نمی‌شود و مسیر لازم با استفاده از کانالهای مربعی تخلیه در دیواره‌های حوضچه فراهم می‌شود (شکل ۴-۳).

کانالهای تخلیه قرار گرفته در دیواره‌های کناری، معمولاً باز هستند و مقاطع مستطیلی یا ذوزنقه‌ای با عرض ۵۰۰-۴۰۰ میلیمتر را شامل می‌شوند. توصیه می‌شود که لبه‌های آنها با قطعات نبشی تقویت شود (شکل ۴-۳). عمق این کانال به محل قرارگیری آن در کف بستگی داشته و حداقل ۲۰۰ میلیمتر می‌باشد. شیب کانالهای تخلیه، حداقل باید (۰/۵٪) باشد. از نقطه‌نظر سازه‌ای، استفاده از کانالهای عمیق در طراحی کف حوضچه توصیه می‌گردد.

omoorepeyman.ir

کانالهای افقی با صفحات مشبک فولادی **grid** پوشانده می‌شوند که تعبیه آنها نباید جانمایی تکیه‌گاههای کشتی را در کف حوضچه به هم زند. همچنین از این کانالها به عنوان تکیه‌گاه برای وسایل مهاربندی در ساخت کشتی، به صورت مفیدی می‌توان استفاده نمود. در شکل ۴-۴ مقاطع کانالهای پوشیده شده و کانالهای دارای شکل **T** معکوس، نشان داده شده‌اند.

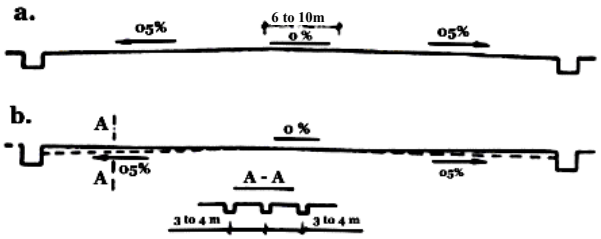
پروفیلهای فولادی، برای اتصال مهاربندیها در بستر قرار می‌گیرند که معمولاً از پروفیلهای فولادی نورد شده یا ورقهای فولادی ساخته شده‌اند که به وسیله مهارهایی به بتن محکم شده‌اند (شکل ۴-۵). در اثر عملیات جوشکاری مقاطع کشتی، نیروهای قابل توجهی در مهاری اتصال آنها به کف حوضچه به وجود می‌آید. مقاطع مهاربندیها باید طوری طراحی شوند که بتوانند حداقل بارهای بین ۱۵ تا ۲۰ تن در واحد طول را تحمل کنند. فاصله پروفیلها در جهت محور طولی، متفاوت است به طوری که در قسمت دیواره فوقانی و ورودی حوضچه، بین ۳ تا ۶ متر و در قسمت میانی، بین ۵ تا ۱۰ متر انتخاب می‌گردد.

یکی از اجزای ضروری نشیمن‌گاه، درهای داخلی است که باید طراحی آنها برای بارهای وارد از تکیه‌گاههای کشتی صورت گیرد. در طراحیهای مدرن، درهای ورودی از فولاد یا بتن‌آرمه با ستونهایی ساخته می‌شوند که نشیمن‌گاه برای دیواره درها یا تکیه‌گاههای در، باید قادر باشد که نیروها را از دیواره گرفته و به بستر انتقال دهد. شکل ۵-۶ اعضای سازه‌ای نشیمن‌گاه در داخل، به همراه پروفیلهای مختلف آن را که در زمین، برای جفت کردن یا آب‌بندی در تعبیه شده‌اند نشان می‌دهد. مشکل اصلی به وجود آمدن یک سطح فشرده نرم در کف می‌باشد.

کف حوضچه باید به حدی زبر باشد که هنگام حرکت کارگران، خطر افتادن آنها روی سنگ‌فرش لغزنده وجود نداشته باشد. زبری مورد نیاز به وسیله کشیدن یک برس فولادی روی سطح فشرده بتنی کف به وجود می‌آید. سطح زبر بدون خراب کردن کیفیت سطح بالایی به دست می‌آید. سوهانهای گردان و تیزکن‌ها، برای فراهم کردن زبری لازم به کار می‌روند.

کف حوضچه، ابتدا برای جانمایی تکیه‌گاههای کشتی و داربستهای موقتی به کار می‌رود. بخشی از سطح نیز برای حمل و نقل و تردد کالاها استفاده می‌گردد.

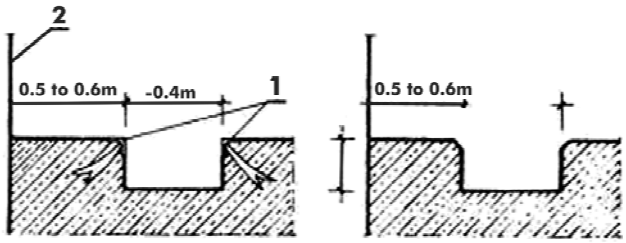
omoorepeyman.ir



۱- کف حوضچه به صورت افقی در جهت طولی

۲- کف حوضچه به صورت افقی در دو جهت

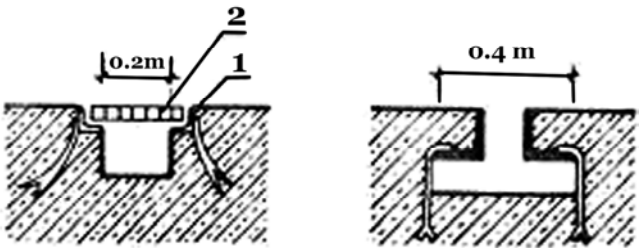
شکل ۴-۲ شیب بستر حوضچه



۱- نبشی فلزی

۲- دیواره حوضچه

شکل ۴-۳ مقطع عرضی کانالهای تخلیه طولی

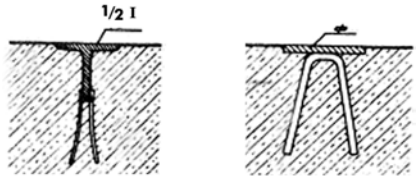


۱- نبشی فلزی

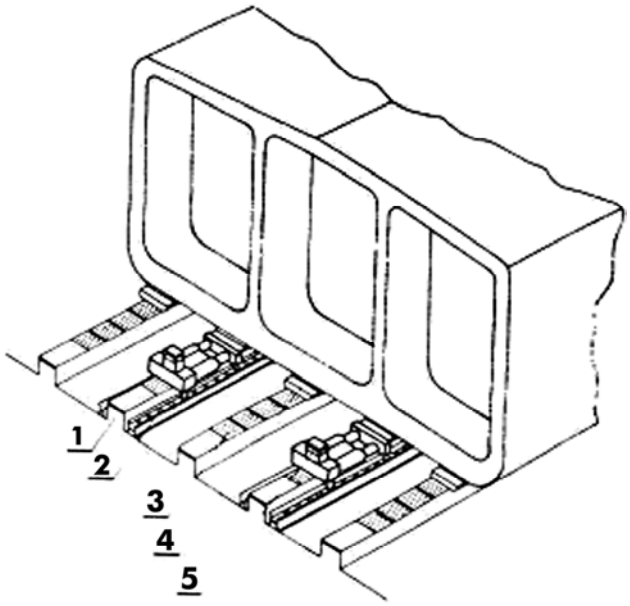
۲- شبکه فلزی

شکل ۴-۴ مقطع عرضی کانالهای تخلیه عرضی

omoorepeyman.ir



شکل ۴-۵ پروفیلهای فولادی مهاربندی در بستر حوضچه



۱- موقعیت ثابت

۲- ریل

۳- غلتک گرد

۴- نشیمن‌گاه متحرک

۵- ارابه

شکل ۴-۶ اجزای سازه‌ای نشیمن‌گاه در کف و دیواره حوضچه خشک
(F.C.de weger Inc., Netherlands)

omoorepeyman.ir

۴-۲-۲ تکیه‌گاههای کشتی و داربستها

۴-۲-۲-۱ تکیه‌گاهها

اگر کشتی در حوضچه خشک ساخته یا تعمیر شود، بر روی انواع مختلفی از تکیه‌گاه می‌تواند قرار گیرد که این تکیه‌گاهها بار را از کشتی به کف انتقال می‌دهند. تکیه‌گاهها شامل خرکهای کف و میانی هستند، اما تکیه‌گاههای اضافی دیگری هم وجود دارند که می‌توانند به عنوان ثابت کننده موقعیت عمودی مقطع یا قسمتی از کشتی عمل کنند و یا همه یا بخشی از مقاطع را در حین مونتاژ و اتصال نگه دارند. اینها شامل تکیه‌گاههای کناری (ساحلی) و تکیه‌گاههای ستونی از چوب یا فولاد هستند که بر روی کف یا دیواره حوضچه یا روی پایه‌های جوش داده شده به ورقه‌های کشتی قرار می‌گیرند.

در حوضچه‌های خشک مدرن، بخصوص آنهایی که برای کشتیهای بزرگ استفاده می‌شوند، همه تکیه‌گاههای به کار رفته مشابهند و فقط در ابعاد و بار قابل انتقال متفاوتند. کل وزن کشتی باید به وسیله این تکیه‌گاهها انتقال داده شود و تأثیر تکیه‌گاههای کناری و مونتاژ قابل صرف نظر می‌باشد.

تعداد تکیه‌گاههای کشتی بستگی به نوع، ابعاد، شکل، تجهیزات و وزن آن دارند. فاصله بین تکیه‌گاهها برای هر شناور ساخته شده یا تعمیر شده، بر اساس بارهای متمرکز آنها (به عنوان مثال از برآمدگیهای سینه و پاشنه) و نیز بر اساس بارهای مجاز هر نوع تکیه‌گاه مشخص می‌شود. تکیه‌گاهها برای مقاومت در برابر نیروهای افقی وارد شده از سوی فشار آب در حین شناوری و نیز نیروهای وارد شده از کشتی نشسته بر روی تکیه‌گاه طراحی می‌شوند.

مشخص کردن توزیع نیروهای کشتی وارد بر تکیه‌گاه، پیچیده و مشکل است و ارزیابی غیر صحیح بارها، باعث اتفاقات زیادی می‌شود. بنابراین یک محاسبه کامل از سیستم تکیه‌گاهی کشتی در حین ساخت، تعمیر و آزمایشات انجام می‌شود و آزمایشات نشتی اولیه با استفاده از رفتار ارتجاعی بدنه، انعطاف‌پذیری تکیه‌گاهها و سختی کف و زیر خاک صورت می‌گیرد.

سازه و اندازه تکیه‌گاهها، بسته به عملکرد و ابعاد حوضچه متفاوت است. تکیه‌گاههایی از جنس چوب، آهن ریخته‌گری، فولاد و بتن به کار می‌روند. امروزه پایه‌های سنگین بتنی تقویت شده، به طور

omoorepeyman.ir

گسترده‌ای در ساخت حوضچه‌ها استفاده می‌شوند. گوه‌های از جنس فولاد یا آهن، برای کنترل ارتفاع قرار داده می‌شوند.

یخ‌شکنها، زیردریایی‌ها و درهای حوضچه خشک، باعث تغییر شکل زیاد تکیه‌گاههای کف می‌شوند و سازه خاصی برای تکیه‌گاهها مورد نیاز است تا از تمرکز بار روی کف، در جایی که بیشترین وزن شناور وجود دارد جلوگیری شود.

وقتی تکیه‌گاههای جدید طراحی می‌شوند و بارگذاری روی کف حوضچه کنترل می‌شود، باید تستهای بارگذاری انجام شوند. این آزمایشها فقط برای اندازه‌گیری تغییر شکل خود بلوکها نیست، بلکه انتخاب مناسب‌ترین طراحی سازه‌ای بلوک را با استفاده از مصالح مختلف هم به دست خواهد داد.

۴-۲-۲-۲ داربستها

داربستهایی که برای ساخت یا تعمیر کشتیها استفاده می‌شوند، به صورت زیر تقسیم‌بندی می‌شوند:

الف: داربستهای خارجی که بر روی قسمتهای فلزی یا چوبی پروفیلها یا لوله‌ها، برای کار کردن روی بدنه خارجی قرار می‌گیرند.

ب: داربستهای داخلی که روی جکها یا ستونها، برای کار روی بدنه داخلی سوپراستراکچر، بالک هدها و در شفتها قرار می‌گیرند.

ج: داربستهای آویزان یا یراقی (زنجیره‌ای)

د: داربستهایی که برای اهداف خاصی ساخته و استفاده می‌شوند، مثل ابزار تلسکوپی، فلوروسکوپی.

هـ: داربستهای پایه‌ها و واگنهای قابل حرکت در جهت افقی و عمودی، برای کار بعد از برچیده شدن داربستهای پایه اصلی

هر نوع از داربستها، برای عملکرد ایمن و بدون خطر طراحی می‌شوند. داربستها باید مقاومت کافی برای اطمینان از حرکت ایمن را داشته باشند و شرایط مناسب کار را فراهم کنند، به راحتی باید مونتاژ و پیاده شوند، ساده باشند اما روشهای ایمن اتصال را استفاده نمایند، همچنین کمترین فضا را اشغال کنند.

omoorepeyman.ir

داربستها می‌تواند از چوب، فولاد یا آلومینیوم ساخته شوند. در حال حاضر در داربستها، بیشتر از میله‌های فولادی و واگنهایی که قابل حرکت هستند استفاده می‌شود. در جاهایی که دسترسی سخت باشد، داربست لایه‌ای آلومینیومی به صورت آویزان ساخته می‌شود.

۴-۳ محاسبات سازه‌ای حوضچه خشک

۴-۳-۱ نیروهای وارد بر سازه حوضچه خشک

در مراحل مختلف عملکرد حوضچه خشک، سازه حوضچه‌های خشک تحت بارهای مختلفی در فواصل زمانی کوتاهی قرار می‌گیرند. تغییرات سریع بار می‌تواند در حین پر کردن و یا تخلیه آن اتفاق افتد.

بارهای وارد بر حوضچه خشک در سه فاز اصلی اعمال می‌شوند:

فاز اول: در زمان تعمیر یا تمیز کردن حوضچه، حوضچه خشک تخلیه می‌شود.

دیواره‌های حوضچه ممکن است بدون وابستگی به وزن مرده، توسط خاک و فشار آب و به وسیله عکس‌العمل سطح بستر، تحت بار قرار گیرند. سطح بستر در اثر وزن مرده خود، به وسیله نیروی هیدرواستاتیکی رو به بالا و عکس‌العمل زیر خاک و دیواره‌ها بارگذاری می‌شود.

فاز دوم: حوضچه خشک با قرار گرفتن یک کشتی روی کف تخلیه می‌شود.

نیروهای بیرونی ممکن است مانند فاز اول باشند، ولی وزن کشتی هم باید اضافه شود.

فاز سوم: حوضچه خشک از آب پر می‌شود.

فشارهای هیدرواستاتیکی روی کف حوضچه و دیواره‌های آن، باید به نیروهای فاز اول اضافه شود.

یک فاز دیگر نیز اغلب منظور می‌شود که بستگی به نوع ساختار حوضچه خشک خواهد داشت. به هر حال، همان‌طور که بارگذاری در این فاز به وسیله روش انتخاب ساختار حوضچه کنترل می‌شود، آنالیز بارهای وارد بر ساختار، در هر زمانی تهیه می‌شود و تغییرات بار در سه فاز اصلی بررسی می‌شود. هنگامی که این آنالیز نشان داد که بارها و عکس‌العملهای سازه حوضچه، کمتر از مقادیر به دست آمده از فازهای پایه است، فاز اجرای سازه از سایر محاسبات نهایی حذف می‌شود.

omoorepeyman.ir

در همه فازها، بار وارد بر سازه حوضچه خشک با طبقه‌بندی و فرضیات زیر محاسبه می‌گردد.

۴-۳-۱-۱ وزن بتن

از بحث مقدماتی بند ۴-۲ می‌توان دریافت که اغلب برای سازه از بتن استفاده می‌شود. در برخی موارد نیز از ورقهای فولادی در ساخت دیواره‌های کناری استفاده می‌شود.

به علت تغییرات سطح آب زیرزمینی و سطح آب در بندر و حوضچه خشک، بهتر است که وزن مرده سازه، بدون بویانسی در نظر گرفته شود و به عنوان بارگذاری جداگانه منظور شود.

محاسبات وزن مرده سازه‌ها برای مقاطع عرضی خالص انجام می‌گیرد، به عبارت دیگر با در نظر گرفتن سوراخها، لوله‌ها و تونلها، وزن مرده سازه تعیین می‌گردد. چگالی بتن به وسیله تست نمونه تعیین می‌شود. همچنین توصیه می‌شود که آزمایشهایی صورت گیرد که بتوان وزن سازه حوضچه را اصلاح نمود.

در محاسبات اولیه می‌توان چگالی بتن سنگین را بر اساس جدول ۴-۱ فرض کرد. برای بتنهای سنگین با مواد افزونی مخصوص، چگالی به وسیله آزمایش مشخص می‌شود و بر اساس آن محاسبات صورت می‌گیرد.

وزن المانهای سازه‌ای فولادی، ورقهای دیواره، پروفیلهای گرد و صفحه‌ها با توجه به داده‌های کارخانه تولید کننده آنها به دست می‌آید.

omoorepeyman.ir

جدول ۴-۱ چگالی بتن

نوع بتن	چگالی بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب
بتن معمولی با مخلوط شن و ماسه شکسته	۲۳۰۰
بتن معمولی با مخلوط شن و ماسه شکسته که به صورت مکانیکی تحکیم شده است.	۲۴۰۰
بتن مسلح معمولی با مخلوط شن و ماسه شکسته	۲۴۰۰
بتن مسلح معمولی با مخلوط شن و ماسه شکسته که به صورت مکانیکی تحکیم شده است.	۲۵۰۰
بتن پیش‌تنیده	۲۵۰۰
بتن سرباره سنگین (سرباره کروم یا سرب)	۲۹۰۰–۳۰۰۰
بتن سنگین با افزودنیهای خاص مانند بتن باریم	۳۰۰۰–۳۵۰۰

۴-۳-۱-۲ وزن خاک

در سازه برخی از حوضچه‌های خشک، وزن خاک قرار گرفته روی بخشهای گیردار سازه حوضچه، باید در محاسبات پایداری منظور شود. وزن خاک در کنار المانهای کناری کف و دیواره‌ها باید در نظر گرفته شود. خاک از جمله بارهای ثابت و از نوع بار کامل است. چگالی آن بستگی به نوع خاک و درجه تراکم آن دارد. بنابراین تراکم در حین ساخت باید کنترل شود. به منظور کاهش فشار پر کردن پشت دیوارها، خاک باید شامل دانه‌های متوسط یا درشت یا قطعه سنگ باشد. چگالی شن درشت‌دانه برای محاسبات اولیه بین ۲۰۰۰–۱۷۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب قرار دارد.

۴-۳-۱-۳ فشار زمین

یکی از اجزای بارهای ثابت وارد بر دیواره‌های حوضچه، فشار زمین است که اندازه آن تابعی از محل قرار گرفتن نیروی فشار در زمین است و به زاویه اصطکاک داخلی خاک ماسه‌ای و همچنین به چسبندگی خاکهای رسی بستگی دارد. زاویه اصطکاک بین خاک و دیواره و وزن مخصوص اشباع خاک، از پارامترهای مهم می‌باشند.

omoorepeyman.ir

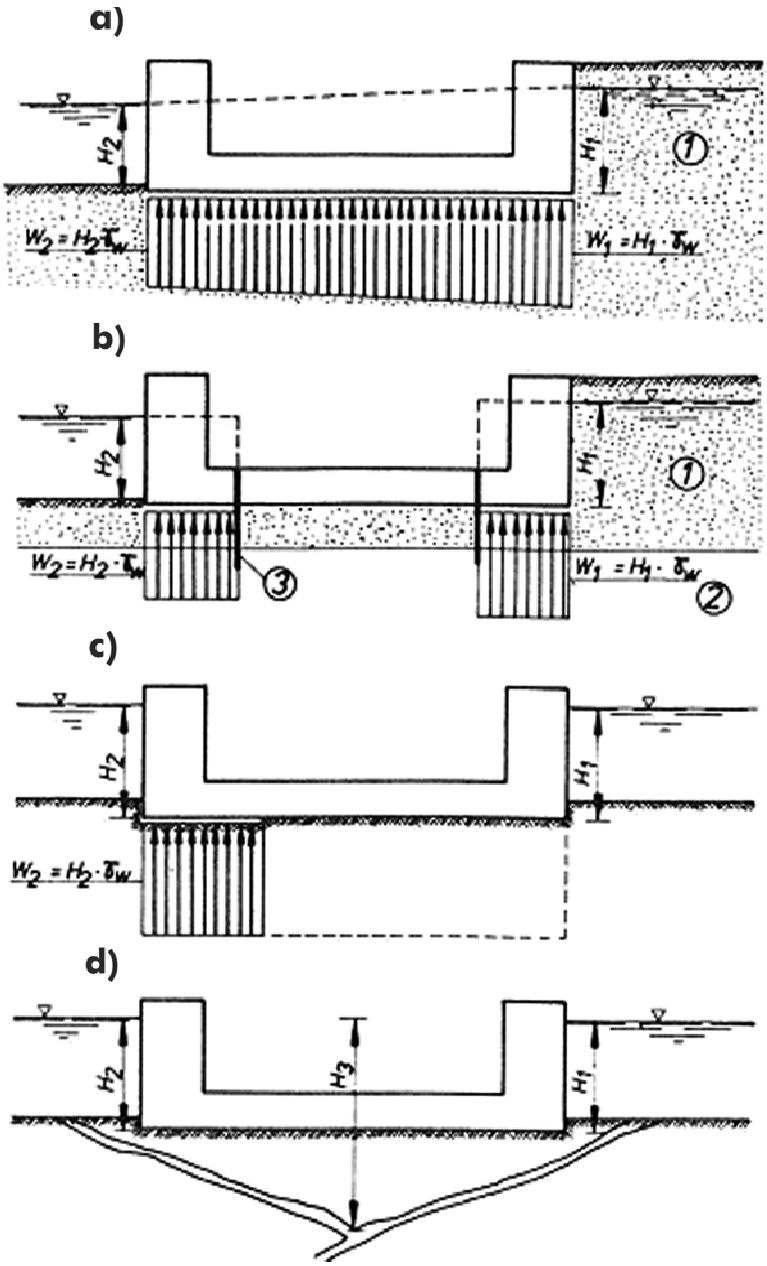
۴-۳-۱-۴ فشار هیدرواستاتیکی و نیروی رو به بالا

بیشترین سطح آب مشاهده شده در زمین یا لنگرگاه در درازمدت، جهت محاسبات فشار هیدرواستاتیکی، نیروی رو به بالای وارد بر سازه حوضچه خشک و نیروی بارگذاری سازه بر زمین استفاده می‌شود. اگر اطلاعات جدول آبهای زیر زمینی در دسترس نباشد، می‌توان بالاترین سطح آب در لنگرگاهی که حوضچه خشک در آن قرار گرفته را به عنوان مبنای طراحی فرض نمود.

فشار هیدرواستاتیکی وارد بر دیواره‌ها از کنار زمین و حوضچه خشک در حال آب اندازی، به ازای شوری واقعی آب مشخص می‌شود. نیروی رو به بالای هیدرواستاتیکی به سطح آب اطراف سازه حوضچه خشک و قابلیت نفوذ سازه حوضچه بستگی دارد. در شکل ۴-۷ مثالی برای شرایط مختلف بارگذاری سازه آورده شده است.

با این فرض که پایه حوضچه خشک به شرایط آب زیر فشار رسیده است، نیروی رو به بالای هیدرواستاتیکی به ازای بالاترین سطح آب استاتیکی محاسبه می‌شود. وقتی که نیروی رو به بالای هیدرواستاتیکی به صورت فشار حفره‌ای آزاد می‌شود، نیروی رو به بالای حقیقی به ازای سطح پایین آب مشخص می‌شود، به طوری که یک سطح به اندازه ۱ متر بالاتر از سطح واقعی آب در محاسبه فشار حفره‌ای باید منظور شود.

omoorepeyman.ir



شکل ۴-۷ نیروهای هیدرواستاتیکی وارد بر سازه حوضچه

omoorepeyman.ir

a: جریان آزاد آب زیر حوضچه خشک

b: غشای آب‌بند جدا کننده کف حوضچه

c: حوضچه خشک بر روی فونداسیون نفوذناپذیر

d: حوضچه خشک بر روی سنگ بستر شکسته

۱- خاک نفوذپذیر

۲- خاک نفوذناپذیر

۳- دیوار حایل

ادامه شکل ۴-۷ نیروهای هیدرواستاتیکی وارد بر سازه حوضچه خشک

۴-۳-۱-۵ بارهای کشتیهای از آب گرفته شده

کف حوضچه خشک توسط کیل، کناره‌ها و خرکهای جانبی در هنگام از آب گیری کشتی بارگذاری می‌شود. تعداد ردیفهای بلوک بستگی به عرض، نوع و وزن کشتی دارد. برای کشتیهای با تناژ بالا که مقاطع عرضی آنها تقریباً مربعی است، نوع تکیه‌گاهها از نقطه‌نظر سازه‌ای یا از مسیر انتقال بار به کف حوضچه متفاوت نخواهد بود. همه موقعیتهای ممکن کشتی در حوضچه خشک، مطالعه می‌شود بخصوص اگر از حوضچه‌های بسیار عریض در طرح استفاده شود. بنابراین مطالعه برای یک کشتی با ابعاد ماکزیمم، یک کشتی با ماکزیمم وزن ممکن، چند کشتی کوچکتر که موازی هم و به طور قرینه در راستای محور طولی حوضچه هستند و یک یا چند کشتی که به صورت غیر متقارن در راستای محور طولی باشند صورت می‌گیرد.

مشکلاتی اساسی در محاسبه بارهای وارد بر تکیه‌گاهها در حوضچه‌های ساخت و تعمیرات پیش می‌آید. در حوضچه‌های ساخت مشکلات کمتری وجود دارد زیرا توزیع وزن کشتی فقط با نوع کشتی تغییر نمی‌کند، بلکه به خالی یا پر بودن آن هم بستگی دارد. در عمل تغییرات زیاد توزیع وزن، برای

omoorepeyman.ir

کشتیهای بدون بار است که در این حالت، سنگین‌ترین بخشهای بارگذاری شده در پاشنه و وسط کشتی قرار دارند. به دلیل این که در کشتی، انبارها و کانتینرها آب‌بندی هستند، برای طراحی اولیه فرض می‌شود که وزن یک کشتی از آب گرفته شده، به صورت یکنواخت در طول خط آب **LW** توزیع شده است (شکل ۴-۸). بنابراین بار خطی یکنواخت برحسب کیلو نیوتن بر متر، از رابطه زیر قابل محاسبه می‌باشد.

$$P = \frac{C_d}{L_w} \qquad (۴۷)$$

که در آن C_d برابر با وزن ماکزیمم کشتی از آب گرفته شده، با در نظر گرفتن بالاست و بار کامل می‌باشد.

در بیشتر موارد، فاصله بین عمودهای پاشنه و سینه L_P با طول خط آب L_W برابر نمی‌باشد، یعنی بارگذاری از نقطه قرار گرفتن کشتی روی تکیه‌گاه یا محل تکیه‌گاه روی کف حوضچه، به صورت یکنواخت توزیع نمی‌شود بلکه به شکل ذوزنقه، بر اساس معادله زیر به دست می‌آید:

$$P_{max,min} = \frac{C_d}{L_P}\left[1 \pm \frac{3(L_w - L_p)}{L_p}\right] \qquad (۴۸)$$

کشتی از آب گرفته شده، آبخور پاشنه بزرگتری نسبت به آبخور سینه دارد و در نتیجه شیب کیل، بزرگتر از شیب کف حوضچه است. به عبارت دیگر به هنگام از آب گیری، کشتی بر روی تکیه‌گاههای متوالی از برآمدگیهای پاشنه به سمت جلو بر زمین می‌نشیند، بنابراین باعث افزایش بارهای محاسبه شده فوق می‌گردد. در ضمن، سینه و پاشنه آویزان، یک بارگذاری بیشتر را در تکیه‌گاههای خود بیش از محاسبات بالا نشان می‌دهد. بنابراین بارگذاری اعمالی بر روی تکیه‌گاه، با در نظر گرفتن سنگین‌ترین بار در لحظه قرار گرفتن کشتی در نظر گرفته می‌شود.

مشخص کردن بارهایی که توسط کشتیهای در حال ساخت و تعمیر بر کف حوضچه وارد می‌شود، موضوع بسیاری از مطالعات است که به روشهای محاسبه اندرکنش کشتی، تکیه‌گاهها، کف حوضچه و خاک منتهی شده است. این محاسبات به اطلاعات دقیقی برای هر کشتی نیاز دارد، اما بهتر است که بارهای مجاز بر کف، بارهای تکیه‌گاهی مجاز و فواصل مجاز و مورد نیاز تکیه‌گاهها مشخص شود.

omoorepeyman.ir

به عنوان نمونه، بارهای وارد بر امتداد خط بلوکهای کف برای حوضچه شماره ۱ در شکل ۴-۹، با مقطع عرضی مؤثر حوضچه خشک F_D ارتباط پیدا کرده و از حاصلضرب عرض مفید S_U و عمق مفید حوضچه خشک h_U به دست می‌آید. شکل ۴-۱۰ ارتباط به دست آمده برای حوضچه‌های مختلف را نشان می‌دهد.

تلاشهایی برای ایجاد ارتباط بین بارهای وارد بر بلوک کف و تناژ کشتی صورت گرفته، که یک مثال آن در شکل ۵-۱۱، به وسیله **Schulze** در سال ۱۹۷۰ پیشنهاد شده است.

بنابراین آنالیز تفصیلی بارهای وارد بر بستر، باید در مرحلهٔ طراحی حوضچه و مرحلهٔ عملکرد انجام گیرد. دیاگرامهای بارگذاری به دست آمده در طول مرحلهٔ طراحی با بارهای مورد انتظار حوضچه خشک کشتی واقعی در حالت آب‌بندی باید مقایسه شوند. در شکل ۴-۱۲ نمونه‌ای از دیاگرام بارهای مجاز کف حوضچه **Gdynia** شماره ۲ در لهستان آمده است. این مقایسه‌ها بر پایه آنالیز سازه‌ای کف صورت گرفته و در آن یک تیر بر روی فونداسیون الاستیک فرض شده است. کف حوضچه به مناطقی تحت بار **q** تقسیم شده که فواصل ردیف تکیه‌گاهها **C** بزرگتر از ۱۰ متر می‌باشد. بار خطی **q** در فواصل مذکور و موازی با محور طولی حوضچه، می‌تواند مانند شکل ۴-۱۲ اعمال شود، ولی شدت آنها باید تحت شرایط عادی از مقدار **q** بیشتر شود. وقتی که فواصل بین خطوط تکیه‌گاه کمتر از ۱۰ متر شود، ضریب کاهش K_A یا K_B، بر اساس جانمایی ردیفهای تکیه‌گاهی، ضخامت سطح بستر و خطوط تکیه‌گاهی محاسبه می‌شوند (شکل ۴-۱۳). هنگامی که فواصل بارها یکنواخت باشد (شکل **a**-۴-۱۳) فاکتور K_B به کار می‌رود. K_A وقتی استفاده می‌شود که بارها بر اساس شکل **b**-۵-۱۳ فاصله‌بندی شوند. در این حالت پارامترهای **a**، **b** و **d** باید طوری باشند که رابطه بین آنها در منطقه هاشور خورده در شکل **c**-۴-۱۳ قرار گیرد.

وقتی که لازم است بارهای مجاز متمرکز، تنها بر یک تکیه‌گاه تنها مشخص شود، رابطه زیر بین بار **P** و فاصله تکیه‌گاهی **e** می‌تواند به کار رود:

$$P=\mu qA \qquad (۴۹)$$

که در آن:

omoorepeyman.ir

μ: فاکتوری است که به ضخامت کف **t** و تغییر شکل خاک و کف حوضچه (شکل **a**-۴-۱۴) بستگی دارد.

q: بارگذاری (شکل ۴-۱۲)

A: سطح تکیه‌گاه بر حسب متر مربع

تکیه‌گاهها می‌تواند در ردیفهایی در جهت دلخواه قرار گیرند، ولی فاصله عمودی بین ردیفها باید بیش از ۱۰ متر باشد. وقتی که فاصله‌ها کوچکتر می‌باشند، ضریب کاهش K_A و K_B باید به کار روند.

به عنوان مثال، بر اساس دیاگرامها و داده‌های فوق، بار وارد بر تکیه‌گاههایی به سطح **A**=۱/۶ متر مربع که بر روی کف حوضچه به ضخامت **t**=۱/۸ متر قرار گرفته، عبارت است از:

از شکل **a**-۴-۱۴:

μ=۳/۸

از شکل ۴-۱۵:

q=۱۸۰۰ کیلو نیوتن بر متر

x=۳۱۰ متر

y=۳۵ متر

$P_{max}=\mu qA$=۳/۸×۱۸۰۰×۱/۶=۱۱۰۰۰ کیلو نیوتن

برای محاسبه ماکزیمم بار وارد بر یک تکیه‌گاه در یک ردیف، از شکل ۴-۱۶ می‌توان استفاده نمود.

C=۸ متر

e=۳ متر

t=۱/۵ متر

از شکل **a**-۴-۱۴:

M=۱/۷

از شکل **a**-۴-۱۴:

q=۱۰۰۰ کیلو نیوتن بر متر

omoorepeyman.ir

از شکل c-۴-۱۳:

K_B=۱

$P_{max}=K_B\mu qA$=۱×۱/۷×۱۰۰۰×۱/۶=۲۷۲۰ کیلو نیوتن

در کنار بارهای وارد بر کف حوضچه از سوی کشتی، نیروهای دیگری نیز وجود دارد که به وسیله کشتی بر دیواره‌ها در هنگام از آب گیری و غیر آن و همچنین هنگام غرقه‌سازی و تخلیه آب حوضچه وارد می‌شوند. این نیروها به وسیله وینچهای کششی، بولاردها و چرخ لنگر روی دیواره‌ها در مراحل مختلف وارد می‌شوند.

تأثیر انتقال به وسیله گهواره کشنده، به اندازه کشتی، سرعت کشش و سرعت باد در هنگام از آب گیری کشتی بستگی دارد. سرعت کشش به ابعاد کشتی، انواع یدک‌کشهای در دسترس، و قدرت و رانش آنها و تعداد و ظرفیت بولاردها و چرخ لنگرهای به کار رفته در عملیات از آب گیری وابسته است. در طراحی فرض می‌شود که این سرعت نباید برای کشتیهایی با وزن مرده کمتر از ۱۰۰،۰۰۰ تن، بیش از ۰/۴ متر بر ثانیه و برای کشتیهای با وزن بیش از ۱۰۰،۰۰۰ تن، نباید بیش از ۰/۲ متر بر ثانیه باشد. بهتر است که سرعت کشتیهایی با وزن مرده بیش از ۲۰۰،۰۰۰ تن هم به ۰/۱ متر بر ثانیه محدود شود.

به دلایل ایمنی هنگام وزش باد با نیروی بیش از ۵ در مقیاس **Beaufort**، از آب گیری و به آب اندازی کشتیهای با وزن مرده بالاتر از ۲۰۰،۰۰۰ تن جلوگیری شود.

ظرفیت وینچهای کششی و چرخ لنگر، بر اساس نیروهایی که در طول کشش اتفاق می‌افتد تخمین زده می‌شود. در عمل، مقاومت کشتی بر اساس سه فاکتور زیر ایجاد می‌شود:

الف: مقاومت اصطکاکی که به ماکزیمم مقدار خود در سرعت پایین می‌رسد.

ب: مقاومت موج‌ساز که در سرعتهای بسیار بالا به ماکزیمم مقدار خود می‌رسد.

ج: مقاومت فشاری که اهمیت کمتری دارد.

اگر سطح بدنه به طور مناسب رنگ شود و سطح زیر آب در هنگام به آب اندازی مینیمم شود، مقاومت اصطکاکی می‌تواند به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یابد. می‌توان از مقاومت موج و مقاومت فشاری، به ازای سرعتهای پایین به آب اندازی شناورها صرف نظر نمود.

omoorepeyman.ir

بدون در نظر گرفتن محاسبات دقیق، وینچهای کششی و چرخهای لنگر برای کشتیهای با بیش از ۱۰۰,۰۰۰ **dwt**، باید توان کششی مینیمم ۲۵ تن داشته باشند. این موضوع تجربی، نشان می‌دهد که ماکزیمم قدرت مورد نیاز برای کشیدن کشتی ۱۰۰,۰۰۰ **dwt** در سرعت ۰/۴ متر بر ثانیه، در حدود ۴۰ تن می‌باشد.

فرض می‌شود بار بولارد کشش در دیواره حوضچه، برابر با بار بولارد برای لنگر اندازی تجهیزات می‌باشد. این بار با سطح جلو یا کناری کشتی و سرعت باد در منطقه حوضچه در ارتباط است. باری که توسط بولاردها روی یک کشتی باید تحمل شود، به صورت زیر قابل محاسبه می‌باشد.

$$P_{max}=A_i \times q_{max} \times C_x Sin^{-1}\alpha_H Cos^{-1}\alpha_v \qquad (۵۰)$$

که در آن:

A_i: مساحت سطح کناری (**i=s**) یا سطح جلویی (**i=f**) بر حسب متر مربع، بسته به موقعیت قرار گرفتن کشتی در برابر باد.

q_{max}: نیروی ناشی از فشار باد بر حسب کیلو نیوتن بر متر مربع که برابر است با $q_{max}=\frac{v^2}{1.6}$ (**v** سرعت باد بر حسب متر بر ثانیه).

C_x: ضریب تصحیح برابر ۱/۳۵.

α_H: زاویه افقی بین خط مهاربندی و جهت مشخص شده به وسیله کابل (شکل ۴-۱۵)

α_v: زاویه عمودی بین سطح قرنیس (لبه کناری) حوضچه و جهت کابل مهاربندی

برای محاسبه تعداد بولاردهایی که باید روی دیواره‌های حوضچه قرار گیرند، روابط تجربی نیروهای به وجود آمده توسط یک کشتی در طول ۱ متر از سازه، مورد استفاده قرار می‌گیرد. این اطلاعات در جدول ۴-۲ برای کشتیهای در حال لنگر اندازی آمده است. در مورد دیواره‌های حوضچه خشک، یک ضریب کاهش برابر ۰/۸ برای محاسبه بارهای قابل مقایسه به کار می‌رود.

omoorepeyman.ir

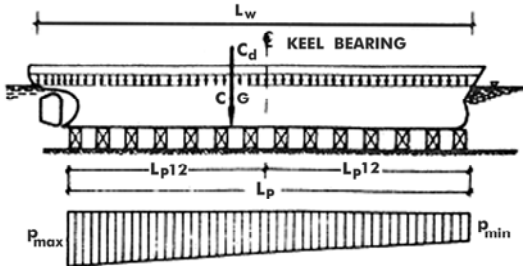
جدول ۴-۲ نیروی درگ و فشار وارد بر کشتی

عمق آب	نیروی درگ بر روی بولارد بر حسب کیلو نیوتن	نیروی درگ بر واحد طول کشتی بر حسب کیلو نیوتن بر متر	فشار وارد بر واحد طول کشتی بر حسب کیلو نیوتن بر متر
۱۲	۹۰۰	۳۶	۳۴
۱۱	۸۰۰	۳۲	۳۰
۱۰	۷۰۰	۲۸	۲۶
۹	۶۰۰	۲۴	۲۳
۸/۵	۵۵۰	۲۲	۲۲
۸	۵۰۰	۲۱	۲۱
۷	۴۰۰	۱۶	۱۸

اطلاعات جدول ۴-۲، بر پایه فرضیاتی است که ظرفیتهای بولارد و فواصل آنها را تابعی از عمق آب برای سازه در نظر می‌گیرد.

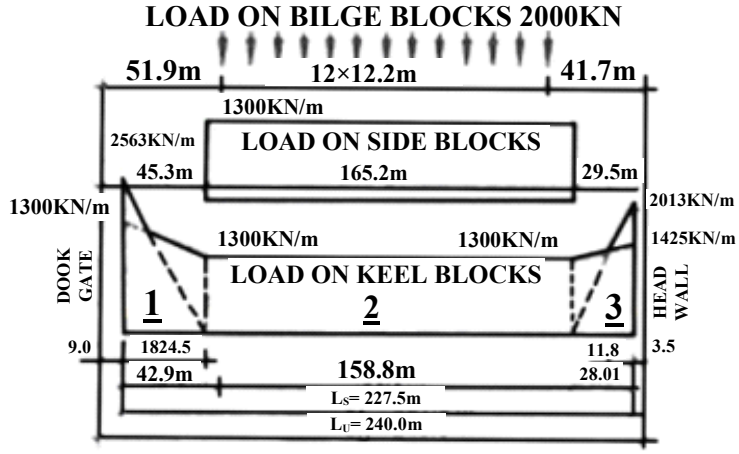
سایر پیشنهادات در **Empfehlungen des Arbeit sausschusses Ufereinfassungen,1976** آمده است. در بند ۴-۳-۲ این آیین‌نامه، رابطه بین ظرفیت یک بولارد با جابه‌جایی کشتی، به صورت شکل ۴-۱۶ آورده شده است. قرار دادن بولاردهایی به ظرفیتهای ۲۵۰، ۳۰۰ و ۴۵۰ تن برای کشتیهایی با جابه‌جایی ۱۰۰,۰۰۰، ۲۰۰,۰۰۰ تن و بیش از آن، پیشنهاد شده است.

حلقه‌ها و تیرکهای خاصی در دیواره‌ها و بستر حوضچه قرار داده می‌شوند تا بدنه، در موقعیت مناسب نگه داشته شود. این حلقه‌ها یا تیرکها، برای تحمل باری حدود ۲۵ تن طراحی می‌شوند.



شکل ۴-۸ توزیع وزن کشتی از آب گرفته شده بر روی خرکهای میانی

omoorepeyman.ir



بارهای وارد بر خرکهای کناری

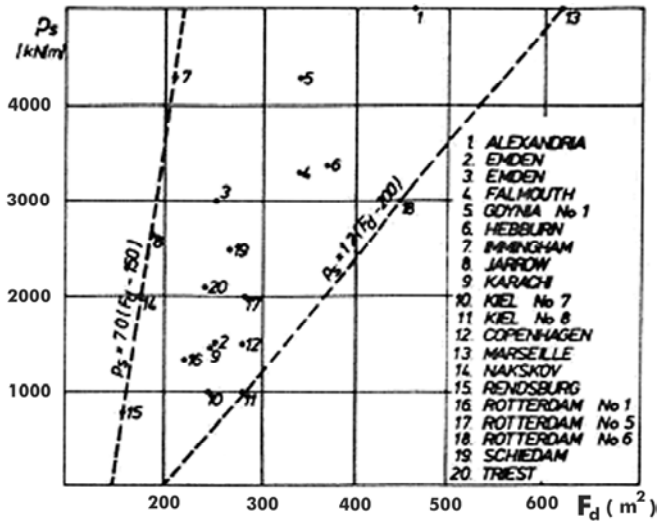
بارهای وارد بر خرکهای میانی

۱- قسمت پاشنه

۲- قسمت تانکر

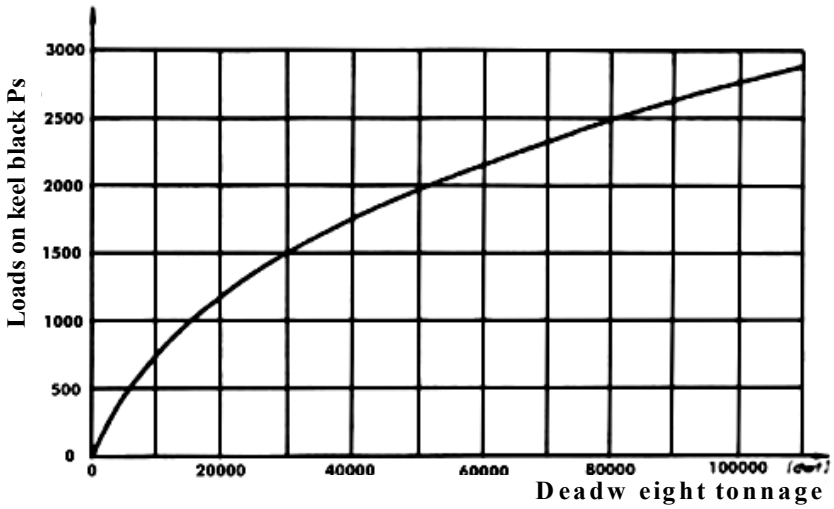
۳- قسمت سینه

شکل ۴-۹ بارهای وارد بر حوضچه شماره ۱ در Gdynia لهستان (Hauptmann,1962)

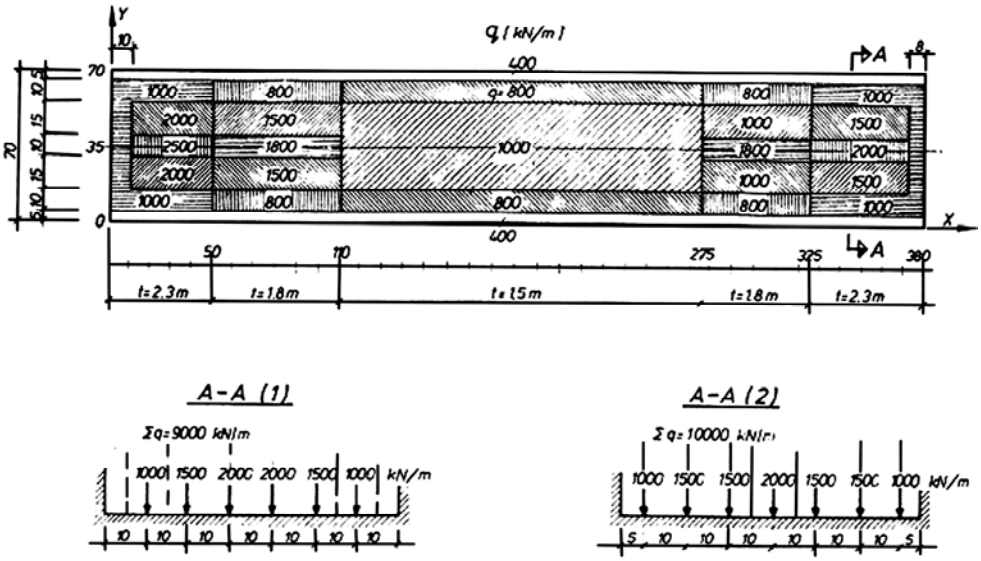


شکل ۴-۱۰ ارتباط بین نیروی وارد بر خط خرک میانی P_S با مقطع عرضی مؤثر حوضچه خشک F_D

omoorepeyman.ir

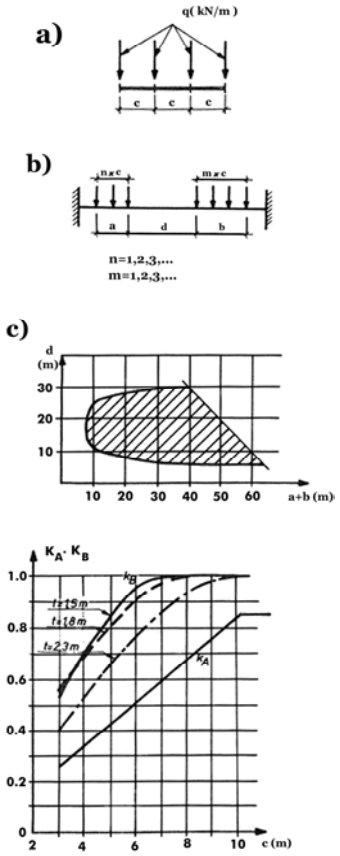


شکل ۴-۱۱ نمودار تغییرات بار وارد بر خرکهای میانی، بر حسب تناژ کشتیهای ساخته شده یا تعمیراتی (Schulze,1970)



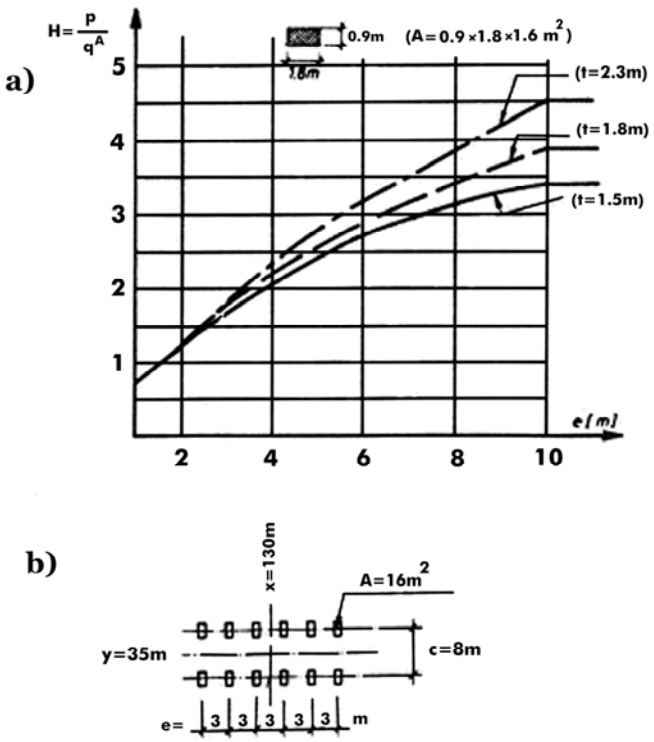
شکل۴-۱۲ بارهای مجاز بر دال کف حوضچه خشک شماره ۲ در Gdynia لهستان (Mazurkiewicz,1976)

omoorepeyman.ir



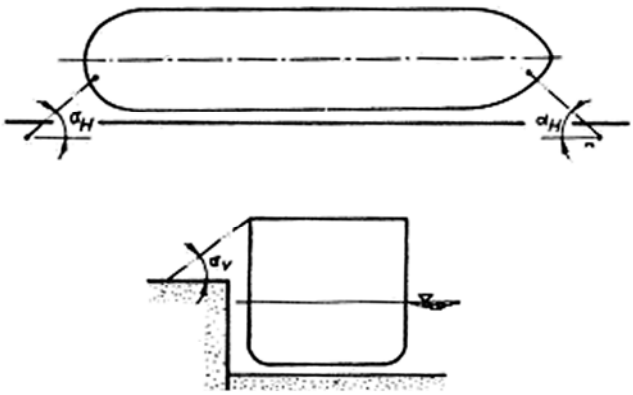
شکل ۴-۱۳ ضرایب K_A و K_B و نحوه کاربرد آنها (Mazurkiewicz,1976)

omoorepeyman.ir



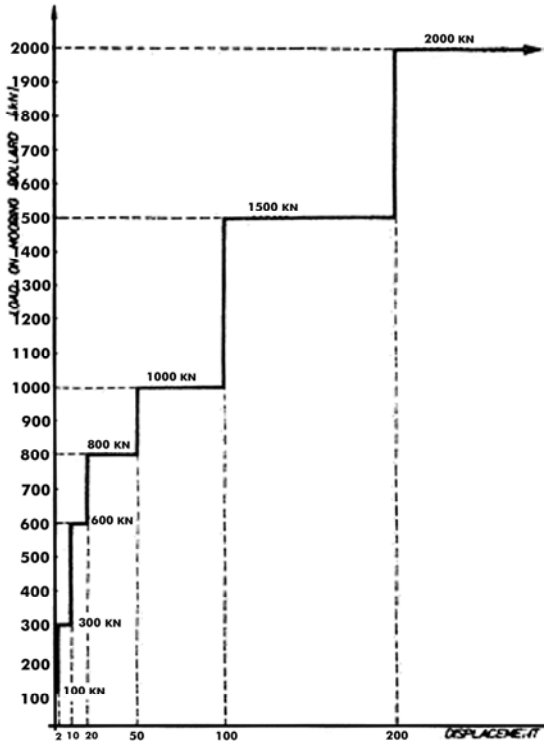
شکل ۴-۱۴ رابطه بین ضریب h و فاصله بین تکیه‌گاهها بر اساس ضخامت دال t

(Mazurkiewicz,1976)



شکل ۴-۱۵ نحوه مهاربندی کابل برای کشتی خاص

omoorepeyman.ir



شکل ۴-۱۶ بارگذاری بولاردها در لنگرگیری کشتیهای مختلف

(Empfeh lungen des Arbeitsausschusses Ufereinfassungen,1976)

۴-۳-۱-۶ بارهای اضافی

بارهای اضافی ناشی از انبار انواع مواد مختلف و عناصر سازه‌ای کشتی داربستها، جرثقیلهای حرکت کننده یا بلوکهای کف، در کف حوضچه و در سطح اطراف حوضچه خشک، بر اساس شرایط موجود در زمان تعمیر یا ساخت مشخص می‌شود. این بارها در دامنه ۲۰-۲ تن بر متر مربع تغییر می‌کنند، ولی در هر حال باید طبق مشخصات محاسبه گردند.

الف: بارهای ناشی از جرثقیلها

omoorepeyman.ir

این بارها از روی مشخصاتشان به دست می‌آیند و به دو دسته بارهای افقی و عمودی تقسیم می‌شوند که بارهای افقی به نوبه خود، در صفحه حرکت جرثقیل به صورت موازی و عمود بر ریلهای آن وارد می‌شوند.

ب: بارهای ناشی از دیواره عمودی و در حوضچه

این بارها در محاسبات به صورت بارهای اثر کننده موازی با محور طولی حوضچه، همانند بارهای افقی به وجود آمده توسط جرثقیلها اثر می‌کنند.

ج: بارهای ناشی از دیوار عمودی

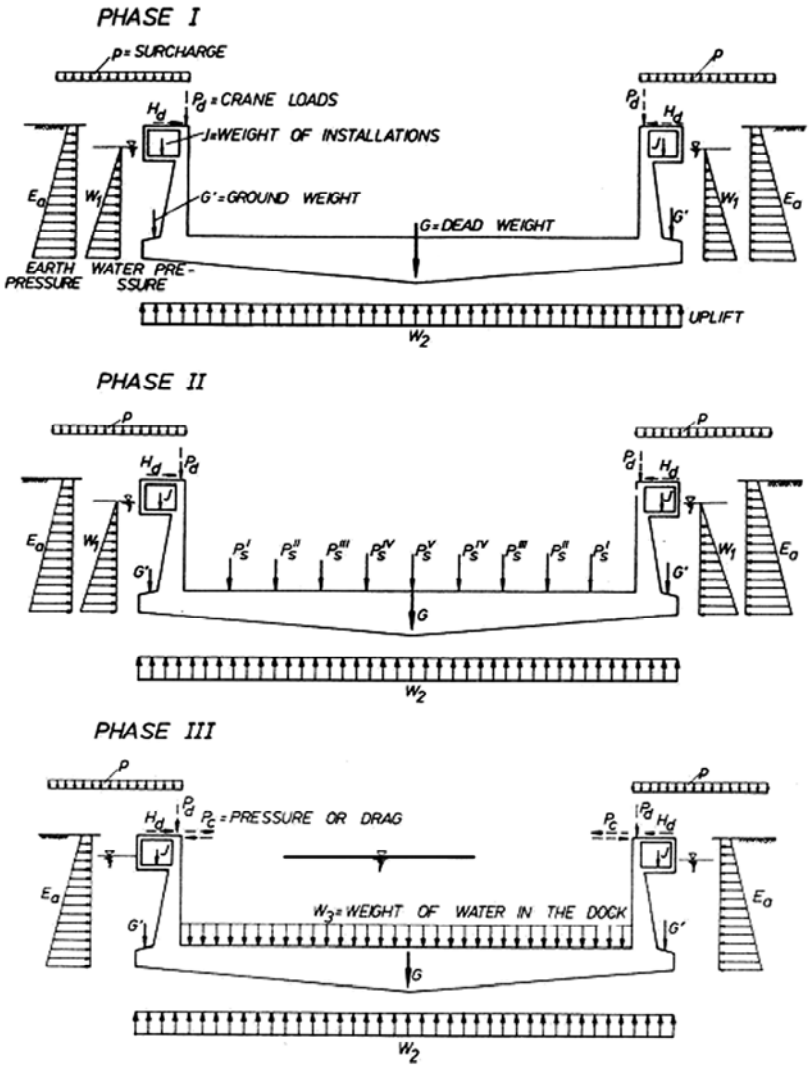
با توجه به بارهای ممکن دیوار، این بارها همانند دیواره‌های کناری محاسبه می‌شوند. یکی از مهم‌ترین بارها، وزن بلوکهای کشتی و مقاطع مونتاژ شده و انبار شده پشت دیوار فوقانی است.

د: بارهای ناشی از در حوضچه

این بارها به عنوان عکس‌العملهای نقطه‌ای لولاهای در و سطحی از در که به سازه دیواره حوضچه متصل است، به سازه حوضچه خشک منتقل می‌شوند. این نیروها از فشار هیدرواستاتیکی آب و وزن در ناشی می‌شوند. عکس‌العملها به طراحی سازه‌ای در بستگی دارند و بنابراین در هر زمانی به وسیله طراح در قابل محاسبه می‌باشند.

مقایسه‌ای بین نیروهای وارد بر سازه یک حوضچه خشک در حالتهای مختلف بارگذاری، در شکل ۴-۱۷ آمده است.

omoorepeyman.ir



P: سربار

J: وزن تجهیزات

P_d: بار جرثقیل

G´:وزن خاک

شکل ۴-۱۷ نیروهای وارد بر سازه حوضچه خشک در مراحل مختلف بارگذاری

omoorepeyman.ir

۴-۳-۲ پایداری سازه حوضچه خشک

پایداری حوضچه خشک به ازای بزرگترین نیروی هیدرواستاتیکی ممکن در حالت تخلیه و حوضچه خشک خالی مشخص می‌شود. معمولاً تمام محاسبات برای یک مقطع عرضی به طول واحد، با کمترین وزن صورت می‌گیرد. یعنی پایداری مجموعه سازه حوضچه خشک، در عمل، کمی بزرگتر از مقادیر محاسبه شده برای مقطع عرضی واحد می‌باشد. به دلیل این که سازه حوضچه خشک به وسیله درزهای انبساط به مقاطعی تقسیم می‌شود، بدون امکان وجود اندرکنش بین مقاطع در جهت طولی، فرض فوق قابل قبول بوده و ضریب اطمینان صحیحی را نتیجه می‌دهد.

ضریب پایداری یا ایمنی **F**، از معادله زیر به دست می‌آید:

$$F=\frac{W}{U} \qquad (۵۱)$$

W: مجموع نیروهای مقاوم

U: مجموع نیروهای مزاحم

نیروهای مقاوم شامل وزن مرده سازه حوضچه خشک، وزن خاک قرار گرفته در کنار ورودی بخشهای گسترده یا کنسولی سازه، اصطکاک خاک در مقابل دیواره‌های کناری حوضچه و ظرفیت مهاربندی زمین در حوضچه‌هایی با کف مهاربندی شده می‌باشند. نیروهای مزاحم از نیروهای هیدرواستاتیکی رو به بالا به دست می‌آیند.

فرض می‌شود که نیروهای رو به بالای هیدرواستاتیکی، با دقت بالایی تخمین زده شده که این فرض اندازه ضریب پایداری مجاز را تحت تأثیر قرار می‌دهد. اگر نیروهای مقاوم شامل وزن مرده سازه، دقیق محاسبه شده باشند، ضریب پایداری محاسبه شده می‌تواند کمی بیشتر از مقدار واحد باشد و معمولاً بین ۱/۱–۱/۰۵ می‌باشد.

در پایداری حوضچه خشک مهاربندی شده که ظرفیت باربری مجاز آن شامل نیروهای مقاوم می‌باشد، ضریب ایمنی بین ۱/۵–۱/۲ خواهد بود. همچنین یک شرط اضافی هم باید در نظر گرفت و آن این که ظرفیت مهاربندی، به وسیله پیش تنش (با مهارهای زمین) یا با آزمایشهای بارگذاری (با شمعها) کنترل می‌شود.

omoorepeyman.ir

برای حوضچه‌های خشک زهکشی که کف آنها در معرض یک نیروی هیدرواستاتیکی کاهش یافته یا بر روی یک فونداسیون نفوذناپذیر قرار گرفته، ضریب ایمنی مجاز با توجه به نوع سازه از مقادیر بالا به دست می‌آید. ولی با توجه به بحثی که در بند ۴-۳-۱ شد، امکان افزایش آب زیرزمینی بالای سطح مورد نظر، در حدود ۱ متر وجود دارد و مقدار نیروهای جابه‌جایی افزایش خواهد یافت.

تخمین اولیه ابعاد سازه حوضچه خشک بر اساس شرایط پایداری محاسبه می‌شود. معیار زیر می‌تواند به کار رود:

الف: برای حوضچه‌های خشک سنگین با دیواره‌ها و کف که بر هم تأثیر می‌گذارند، جهت مقاومت در برابر نیروی هیدرواستاتیک وقتی دیواره‌ها و بستر از یک ماده ساخته شده‌اند و همچنین برای حوضچه‌های قابی با دیواره و کف یکپارچه، ضخامت بستر بر حسب متر از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$D = \frac{Fh_k\gamma_w}{\gamma_b - F\gamma_w} - \frac{2bH_c\gamma_b}{(S_k + 2b)(\gamma_b - F\gamma_w)} \qquad (۵۲)$$

ب: برای حوضچه‌های با کف سنگین:

$$D = \frac{Fh_k\gamma_w}{\gamma_b - F\gamma_w} \qquad (۵۳)$$

D: ضخامت بستر بر حسب متر

γ_b: وزن مخصوص بتن بر حسب تن بر متر مکعب

γ_w: وزن مخصوص آب بر حسب تن بر متر مکعب

F: ضریب پایداری

b: ضخامت میانگین دیواره‌های کناری بر حسب متر

$\mathbf{h_K}$: عمق میانگین حوضچه خشک به ازای بالاترین سطح آب بر حسب متر

$\mathbf{S_K}$: عرض متوسط حوضچه بر حسب متر

$\mathbf{H_C}$: ارتفاع میانگین دیواره‌های حوضچه بر حسب متر

omoorepeyman.ir

ج: برای حوضچه‌های سبک وزن با کف مهاربندی شده که با یک اتصال از دیواره جدا شده است، محاسبه اولیه طول پایداری، با فرض اولیه ظرفیت مهاربندی **Z** در یک متر از کف در جهت محور طولی حوضچه صورت می‌گیرد. ضخامت کف از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$D = \frac{Fh_k\gamma_w}{\gamma_b - F\gamma_w} - \frac{Z}{S_p\left(\gamma_b - F\gamma_w\right)} \qquad (۵۴- \text{الف})$$

که در آن S_P عرض بستر بین اتصالات عمودی جدا کننده کف از دیواره‌های حوضچه، بر حسب متر می‌باشد.

در حوضچه‌های سبک وزن، وقتی که کف در معرض نیروی کاهش یافته هیدرواستاتیکی است، محاسبات اولیه ضخامت کف که در این حالت هم از سازه دیواره جدا شده، می‌تواند بر اساس معادله زیر به دست آید:

$$D = \frac{F\left(h_r + 1\right)\gamma_w}{\gamma_b - F\gamma_w} \qquad (۵۴- \text{ب})$$

که در آن h_r تراز آب کاهش یافته نسبت به کف، بر حسب متر می‌باشد.

محاسبه تفصیلی و تعیین ابعاد و جزئیات نهایی سازه حوضچه خشک و ظرفیت مهاربندیها، با در نظر گرفتن تمام بارها انجام می‌شود.

۴-۳-۳ محاسبات دیواره و بستر حوضچه خشک

دیواره‌های کناری حوضچه خشک به عنوان یک سازه حایل و به طور جداگانه محاسبه می‌شود، که به وسیله فشار خاک، فشار آب، بارهایی که توسط از آب گیری کشتی ایجاد می‌شود، بارهای ناشی از جرثقیل که ریلهای آن روی سازه دیواره باشد و در نهایت به وسیله عکس‌العمل کف حوضچه، بارگذاری شده است.

راه حلهای سازه‌ای نشان می‌دهند که دیواره‌های حوضچه، مثل دیواره‌های حایل یا دیوارهای حایل مهاربندی شده عمل می‌کنند. در هنگام ساخت و زمان کارکرد حوضچه خشک، پایداری دیواره‌ها باید همانند سازه‌های مجزا محاسبه شده و باید برای خمش، برش و فشار محاسبه گردند. در محاسبات برای بارگذاریهای موضعی، همه مقاطع ضعیف به عنوان مثال سوراخها، راه‌آبها و کانالها باید در محاسبات در

omoorepeyman.ir

نظر گرفته شوند. بهتر است که دیواره‌ها طوری ساخته شوند که تنشهای داخلی دیواره برای زمان ساخت و عملکرد در یک محدوده باشند. همچنین ممکن است که ضرایب ایمنی کمتر برای اعضای سازه‌ای خاص، جهت پریود زمان ساخت به کار روند. شکل ۴-۱۸ برای نشان دادن نسبی اختلاف بارهای دیواره حوضچه در زمان ساخت و در مرحلهٔ عملکرد آورده شده است.

محاسبات طراحی باید تمام المانهای دیواره حوضچه نظیر ریلهای جرثقیل،کانالهای واگنها، مجرای پوشش ورقها، مجراهای سرویس، ریلهای انتقال، پله‌ها و سایر سازه‌ها را شامل شود.

محاسبات متفاوتی برای حوضچه‌های سنگین نوع قابی لازم است. در این نوع اتصال بین دیواره‌های کناری و کف یک اتصال صلب برقرار است و دیواره‌های کناری نسبت به زمینی که بر آن قرار گرفته‌اند، نمی‌توانند تغییر شکل دهند. در این حالت فرض می‌شود که کف حوضچه در دیواره‌ها ثابت شده است. لنگر ناشی از بارهای کف که از نیروی هیدرواستاتیکی است، باید با ممان انتقال یافته به کف از دیواره‌های کناری برابر باشد.

محاسبات دیواره‌ها برای حالت تخلیه آب و حوضچه خشک خالی، در نیروی هیدرواستاتیک ماکزیمم انجام می‌شوند. بار اضافی زمین در پشت دیواره‌ها و نیروهای ناشی از جرثقیلها در نظر گرفته نمی‌شوند. در این حالت فرض می‌شود فشار زمین که در محاسبات مطرح می‌شود، بیش از دو برابر کمترین فشار فعال نیست، زیرا در عمل احتمال حرکت زیاد دیواره تا رسیدن به فشار مقاوم کامل زمین وجود ندارد. بار وارد بر دیواره کناری که ناشی از فشار مقاوم زمین است، می‌تواند هنگامی اتفاق افتد که کناره‌ها نیروی کشش را از کف که به صورت طاق معکوس عمل می‌کند، تحمل می‌کنند.

معمولاً فرض می‌شود که کف حوضچه، تشکیل یک تیر یا سطح قرار گرفته بر روی یک فونداسیون الاستیک را می‌دهد. ۳ راه برای حالت تیر بر روی فونداسیون الاستیک وجود دارد:

الف: یک توزیع خطی از فشار زمین در نظر گرفته می‌شود.

ب: روش **Winkler-Zimmermann**

ج: بستر فونداسیون به صورت نیم فضای الاستیک فرض می‌شود.

توزیع خطی فشار زمین می‌تواند به صورت صفحات صلب با بارگذاری یکنواخت در نظر گرفته شود. این حالت ممکن است در حوضچه‌های خشک سنگین، که در آنها کف معمولاً عرض و ضخامت قابل

omoorepeyman.ir

ملاحظه‌ای دارد و در عمل به صورت صلب می‌باشد، اتفاق افتد. برای صفحات صلب، توزیع تنش به غیر از حالت یکنواخت در کناره‌های صفحه اتفاق می‌افتد (شکل ۴-۱۹). به عبارت دیگر در قسمت مشخصی از صفحه با بارگذاری متقارن، توزیع یکنواخت فشار اتفاق می‌افتد.

برای یک نوار بلند نامحدود و صلب (شکل ۴-۲۰) تنش **p** در فاصله **y** از محور نوار، به صورت زیر قابل محاسبه می‌باشد.

$$p(y) = \frac{2}{\pi\sqrt{1 - \frac{y}{b/2}}} \cdot p_m = \alpha_1 \cdot p_m \qquad (۵۵)$$

که در آن:

P_m: تنش متوسط بر حسب مگاپاسکال

b: عرض نوار بر حسب متر

مقدار ثابت **α_1**، در شکل ۵-۲۰ آمده است.

برای یک دال مستطیلی صلب به طول **a** متر، توزیع تنش مطابق رابطه زیر خواهد بود:

$$p_{(x,y)} = \frac{4}{\pi\sqrt{(1-\xi^2)(1-\eta^2)}} p_m = \alpha_2 p_m \qquad (۵۶)$$

که در آن $\xi = \frac{x}{a/2}$, $\eta = \frac{y}{b/2}$

مقدار ثابت **α_2**، در شکل ۴-۲۱ آمده است.

توزیع یکنواخت فشار زمین، به ساده‌سازی عمده‌ای در محاسبات می‌انجامد و این روش ممکن است در تحلیل ابتدایی یک حوضچه خشک مورد استفاده قرار گیرد. نتایج به دست آمده ممکن است در برخی موارد، با نتایج به دست آمده از روشهایی که اندرکنش سازه و خاک را با دقت بیشتری در نظر می‌گیرند، کمی اختلاف داشته باشند. این اختلافها وقتی کوچک است که سطح به اندازه کافی صلب باشد و فشار زمین در سطح فونداسیون، به مقادیر اولیه تنش در این سطح نزدیک است.

بر اساس روش **Winkler – Zimmerman,1930**، جابه‌جایی هر نقطه **w** در زمین، به طور مستقیم با فشار **p** وارد بر هر نقطه متناسب است:

$$P = WC \qquad (۵۷)$$

omoorepeyman.ir

که در آن **c** ضریب عکس‌العمل خاک می‌باشد.

بر اساس این روش، جابه‌جایی هر نقطه به اندازه فشار در آن نقطه وابسته است و به فشار نقاط همجوار بستگی ندارد. بنابراین عکس‌العمل خاک با یک سیستم فنر غیر وابسته (شکل**a**–۴–۲۲) مقایسه می‌شود. تیر قرار گرفته روی چنین فونداسیونی، می‌تواند به عنوان یک سازه فرض شود که روی تعداد زیادی از تکیه‌گاههای الاستیک مستقل قرار گرفته است و همه تکیه‌گاهها خاصیت ارتجاعی یکسان (ضریب عکس‌العمل ثابت شکل **a**–۴–۲۲) یا متفاوت (ضریب عکس‌العمل متغیر شکل **a**–۴–۲۲) را دارا باشند (**Levingten,1947** و **Grasshoff,1966**). تقریب دیگر این است که فنرهای جابه‌جا شونده، به طور آزاد به وسیله یک پوسته الاستیک که به نظر می‌رسد آنها را به هم متصل کرده، پوشانده شده‌اند. (شکل **c**–۴–۲۲) (**Schultze,1953**).

در حال حاضر تعداد قابل ملاحظه‌ای ار روشهای محاسبات بر پایه روش **Winkler** وجود دارد، ولی بیشتر آنها معادله دیفرانسیل تعادل تیر را ارایه کرده‌اند:

$$E_b J \frac{d^4 w}{dx^4} = q(x) - cw(x) \qquad (۵۸)$$

بعد از انتگرال‌گیری معادله، منحنی تیر تغییر شکل یافته به صورت زیر به دست می‌آید:

$$w = A_1 e^{\xi}\cos\xi + A_2 e^{\xi}\sin\xi + A_3 e^{\xi}\cos\xi + A_4 e^{\xi}\sin\xi - \frac{q}{cb} \qquad (۵۹)$$

که در آن:

q(x): بار پیوسته وارد بر تیر

E_bJ: صلبیت تیر

b: عرض تیر

$\sqrt[4]{\frac{4EJ}{cb}}$: ضریب الاستیسیته تیر که با **S** نشان داده می‌شود.

A_1، A_2، A_3 و A_4: ثابتهای انتگرال‌گیری

$$\xi = \frac{x}{s}$$

omoorepeyman.ir

اگر تیر در معرض بارهای یکنواخت یا لنگرهای وارد بر دو انتهای تیر باشد (به عنوان مثال در حوضچه‌های سازه قابی شکل) ثابتهای انتگرال‌گیری از شرایط مرزی به دست می‌آیند. اگر تیر در یک مقطع دلخواه تحت اثر نیروهای متمرکز یا لنگرهای خمشی بارگذاری شود، ثابتهای انتگرال‌گیری A_j برای هر مقطع که تیر تقسیم شده مشخص می‌گردند. شرایط تغییر شکل و زوایای چرخش در مقاطع عرضی و شرایط مرزی در دو انتهای تیر به کار می‌روند که به حل تعدادی از این معادلات منتهی می‌شود.

برای برخی از انواع تیر، به عنوان مثال به طول بی‌نهایت، جدولهایی تهیه شده که خطوط تأثیر لنگر خمشی به ازای بارهای متمرکز را تعیین می‌کنند. همچنین برخی راه حلها برای تیرهای با طول محدود بر اساس روش **Winkler** که توسط **Bleich,1937** توضیح داده شده وجود دارد.

در روش نیم فضای الاستیک، زیر خاک به عنوان فضای ایزوتروپیک الاستیک فرض می‌شود که به صورت یک سری فنر متصل به یکدیگر است و نیروهای برشی زیر خاک را در نظر می‌گیرد. با فرض فنرهای ثابت یکنواخت (شکل **a**-۴-۲۳) یک خاک همگن برای کاربرد در خاکهای رسی به دست می‌آید، در حالی که فنرهای مخروطی (شکل **b**-۴-۲۳) بستر خاکی را در نظر می‌گیرند که مدول تنش کرنش آن E_S برای کاربرد در خاکهای ماسه‌ای، با عمق افزایش می‌یابد.

فرضیات فوق با حالت واقعی رفتار خاک متفاوت می‌باشد، زیرا خاک در مقایسه با اجسام الاستیک، دارای تغییر شکل ثابت بوده و زمین نیز قادر به تحمل تنش کششی نمی‌باشد.

کاربرد تئوری الاستیسیته، بسیاری از فاکتورهای اضافی مؤثر بر توزیع تنش و تغییر شکل زیر خاک را دربر می‌گیرد، که می‌توان از آن جمله تأثیر فونداسیونهای مجاور هم، تأثیر لایه سنگی در زیر خاک یا تغییرات مدول کرنش – تنش را با عمق در نظر گرفت.

روشهای محاسبات تفصیلی بر پایه فرضیات بالا، توسط بسیاری از محققان به کار رفته است. اولین روش عملی توسط **OHDE,1942** صورت گرفت و سپس به وسیله **KANY,1958** با یک سری منحنیها و جداول، ساده‌سازی شد. روشهای دیگر نیز توسط **De Beer,1948,1960,1966** ارایه شده است. استفاده از روشهای مذکور، این امکان را فراهم می‌کند که محاسبات بستر در فضای طرح، بسته به شرایط عملکرد صورت گیرد.

omoorepeyman.ir

کف حوضچه خشک معمولاً در حالت کرنش صفحه‌ای محاسبه می‌شود (شکل ۴-۲۴). یک نوار به عرض واحد فرض می‌شود که بین دو صفحه عمودی در جهت عرضی برش خورده و همه نوارها به همین روش دارای شرایط مرزی مشابهی خواهند بود (با ممان صلبیت خمشی، بارگذاری و مقاومت خاک). فرمول اصلی که عملکرد زیر خاک را در شرایط کرنش صفحه‌ای مشخص می‌کند، به **Flamant** منسوب می‌باشد.

$$w_n = \frac{2p}{\pi}\frac{(1-\mu^2)}{E_S}\ln\frac{d}{r} \qquad (۶۰)$$

که در آن:

μ: نسبت پواسون

E_S: مدول کرنش – تنش خاک

r: فاصله نقطه مورد نظر از بار **P** که محاسبه نشست آن مورد نظر است.

d: فاصله نقطه دلخواه از بار **P**

معادله فوق رابطه بین نشست **w** نقطه مورد نظر **N** واقع بر سطح الاستیک نیم فضا و شدت بار یکنواخت پیوسته که این نشست را نتیجه داده نشان می‌دهد، ولی با این فرض که اختلاف بین نشستهای نقطه‌های مختلف، قابل محاسبه بوده و مقادیر واقعی نشستهای نقاط، قابل دسترس نمی‌باشد. این موضوع از این واقعیت ناشی می‌شود که برای **r** مساوی با ۰، مقدار w_n بی‌نهایت می‌شود.

فرمول اصلی که در تئوری الاستیسیته برای محاسبات تغییر شکل دالها مورد استفاده قرار می‌گیرد، به وسیله **Boussinesq** ارایه شده است.

$$w_n = \frac{P(1-\mu^2)}{\pi t_S . r} \qquad (۶۱)$$

رابطه فوق، نشست w_n نقطه مشخص **N** را به دست می‌دهد که بر صفحه الاستیک نیم فضا، در فاصله **r** از نیروی **P** قرار دارد. تعیین نشستها در یک نقطه داده شده از یک سری نیرو، به عنوان مثال از نیروهای انتقالی کف به زیر خاک، می‌تواند با جمع زدن (انتگرال‌گیری) همه نیروهای ابتدایی وارد بر کف انجام شود.

omoorepeyman.ir

موضوع اصلی در محاسبات مربوط به دالهای روی فونداسیون الاستیک، مربوط به مشخص شدن فشار خاک است که از نیروهای خارجی منتقل شده از سطح به خاک ناشی می‌شود. برای حل این موضوع روشهای خاصی مثل روش **Grasshoff,1966**، بیان شده‌اند. باید دقت شود که این روش فقط در برنامه‌های رایانه‌ها مفید است.

استفاده از رایانه‌ها روشهای محاسبه دیگری را نیز به وجود آورده (**Bowles,1974**) که شامل دقت بیشتری در اندرکنش بارهای خارجی، بستر و خاک با لایه‌بندی خاک است و بنابراین، مدول تنش – کرنش متغیر می‌باشد. در زیر فرضیات روش محاسباتی فوق آمده است:

الف: کف متشکل از سطح الاستیکی با طول نامحدود و عرض محدود است که بر روی خاک شامل لایه‌هایی با مدول تنش – کرنش مختلف واقع شده و هر یک از لایه‌ها ضخامت **h** دارند و به تعداد دلخواهی لایه با ضخامت **Δh** با مدول تنش – کرنش **ES** تقسیم شده‌اند.

ب: تغییرات تنش در داخل هر لایه، بر اساس فرمول **Boussinessq** برای تنش صفحه‌ای محاسبه می‌شود. بارگذاری خاک شامل عکس‌العملهای تکیه‌گاهی یک لایه با عرض واحد ۱ متر و به طولی برابر با عرض کف حوضچه است. مدول الاستیسیته تکیه‌گاههای الاستیک، به تراکم‌پذیری خاک بستگی دارد (شکل **a**–۴–۲۵). تنشهای زیر خاک کف حوضچه بر اساس شکل **b**–۵–۲۷، به ازای هر عکس‌العمل فنری تکیه‌گاه **R_i** (**$1 \le i \le n$**) از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\sigma_{x,z} = 2R_i \frac{Z^3}{\pi\left(x^2 + z^2\right)^2} \qquad (۶۲)$$

$S_{i,j}$ از نقطه **N(i,j)**، با استفاده از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$s_{i,j} = \frac{\Delta\sigma_{i,j} \times \Delta h_j}{E_{sj}} \qquad (۶۳)$$

که در آن **$\Delta\sigma_{i,j}=f(R_1,R_2,\ldots,R_i)$** می‌باشد.

مجموع نشستها برای مقطع عمودی آنالیز شده برای همه لایه‌های **1,2,…,j,…,k** در طی کنش جداگانه، همه عکس‌العملهای تکیه‌گاههای فنری **R_i** می‌باشد، بنابراین مقدار مشخص انعطاف‌پذیری **S(i,v)** تکیه‌گاه فنری مشخص می‌شود که **i** تعداد عکس‌العملهای فنری (**$1 \le i \le n$**) و **v** تعداد مقاطع

omoorepeyman.ir

عمودی می‌باشند. برای تعداد مشخصی از تکیه‌گاههای فنری و لایه، ماتریس انعطاف‌پذیری فنرها قابل محاسبه می‌باشد.

نیروهای خارجی می‌توانند به صورت مساوی یا به صورت خطی توزیع شوند و سپس بر تکیه‌گاههای فنری وارد شوند. کل محاسبات با محاسبه ماتریس و حل تیر پیوسته روی تکیه‌گاههای فنری انجام می‌شود **Asplund,1960**. برنامه رایانه‌ای توضیح داده شده این امکان را می‌دهد که برای حوضچه‌های سنگین و سبک‌وزن، کف حوضچه به ضخامت دلخواه آنالیز شود.

به عنوان نتیجه محاسبات به دست آمده توسط یکی از این روشها، لنگرها و نیروهای برشی برای تعیین اندازه آرماتورها و محاسبه فشارهای خاک زیرین به دست می‌آید و با مقادیر مجاز مقایسه می‌شود. همچنین نشست مورد انتظار حوضچه خشک مشخص می‌گردد. توصیه می‌شود که نتایج به دست آمده با روشهای مختلف مقایسه شوند تا تفاوتهای آنها در ضخامت مورد نیاز، آرماتورگذاری کف و نشست مورد انتظار تخمین زده شود. پیشنهاد می‌شود مثالها و جداول چاپ شده برای رسیدن به مناسب‌ترین راه حل به کار روند.

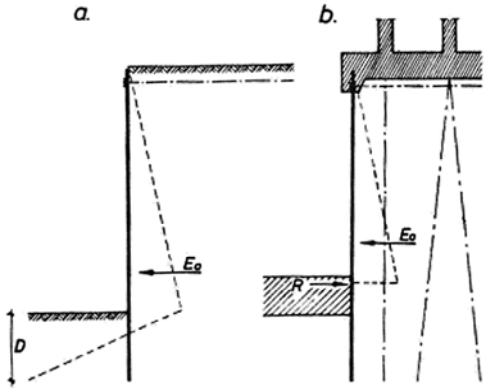
برای حوضچه‌هایی با کف گنبدی شکل، بهتر است محاسبات کمان به صورت گرافیکی به روش خط فشار انجام شود (شکل ۴-۲۶). مقاومت خاک مانند خاک الاستیک کف حوضچه مشخص می‌شود.

کف حوضچه در جهت طولی می‌تواند به عنوان سطح متصل به تکیه‌گاههای پیوسته فرض شود و با دقت کافی بر اساس روش **Winkler-Zimmerman**، با فرض مقادیر ثابت واکنشها در هر بخش محاسبه شود.

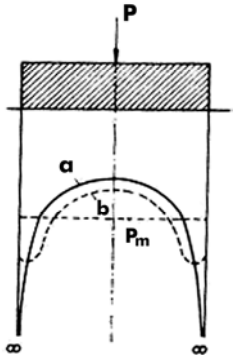
در حوضچه‌های سبک وزن با بستر مهاربندی شده توسط مهارهای زمینی، به ازای فازهای پایه بارگذاری محاسبات باید تکرار شوند. در یک حوضچه خالی و در حال تخلیه با نیروی هیدرواستاتیک به عنوان بار اصلی، داک کف به عنوان تیر پیوسته محاسبه می‌شود. در یک حوضچه بدون آب که به وسیله کشتی بارگذاری شده، محاسبه دال بر روی یک بستر الاستیک انجام می‌شود. مهارها با به کار گرفتن یکی از روشهای شناخته شده، محاسبه می‌شوند ولی در جایی که تأثیرپذیری از لنگرهای خاصی باشد، ظرفیت باربری مهاربندی نمی‌تواند از وزن زمین بین مهارها بیشتر شود. ظرفیت باربری نهایی، بر اساس نتایج آزمایشهای به دست آمده پیش از بارگذاری واقعی می‌باشد.

omoorepeyman.ir

در حوضچه‌های سبک وزن با سطح بیشتر مهار شده با ستونها، محاسبات سطح در فاز اولیه حوضچه پر آب و خالی برای مهارهای زمین انجام می‌شود. در فازهای ۲ و ۳، ستونهای مهاربندی به وسیله نیروهای متراکم کننده بارگذاری می‌شوند و بنابراین دال به عنوان تکیه‌گاهی روی ستون یا ستونها، یا روی خاک زیرین الاستیک با در نظر گرفتن افزایش ضریب عکس‌العمل خاک، در نظر گرفته می‌شود. محاسبات در این مرحله، در دو حالت دال بر روی گروه شمع یا دال بر روی بستر ارتجاعی خاک صورت می‌گیرد.



شکل ۴-۱۸ بارهای وارد بر دیواره حوضچه در حین ساخت و بهره‌برداری

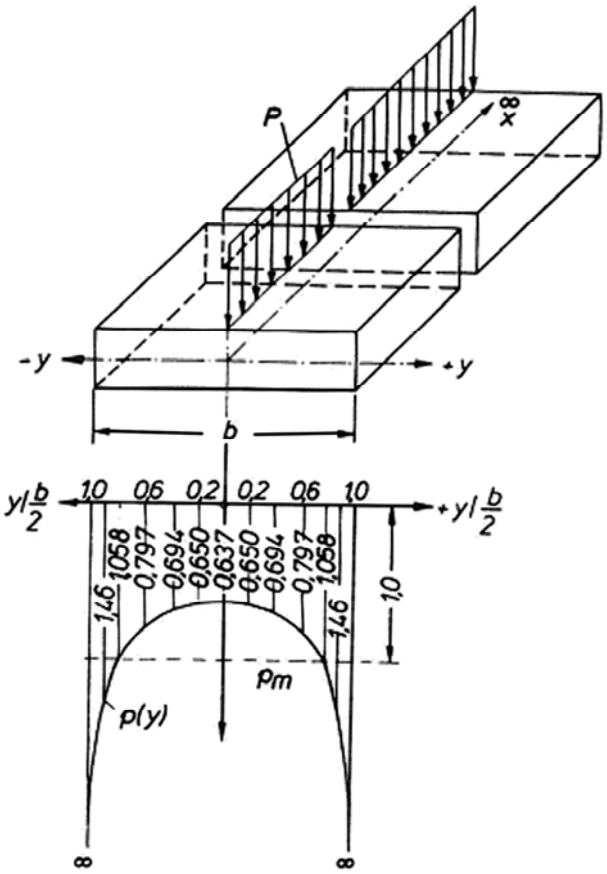


a توزیع فشار برای نیم فضای الاستیک و ایزوترپ

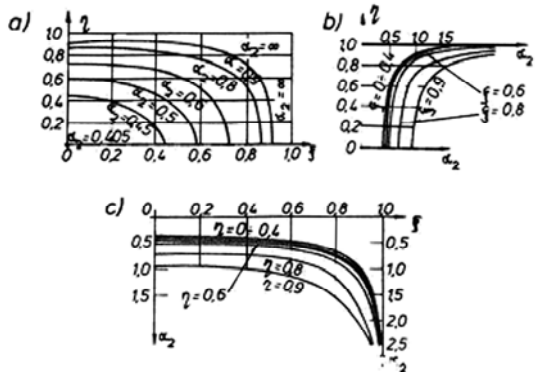
b توزیع مجدد فشارها به علت تغییر شکلهای پلاستیک در نوارهای کناری

شکل ۴-۱۹ توزیع هیپربولیک فشارها در زیر فونداسیون نواری صلب

omoorepeyman.ir

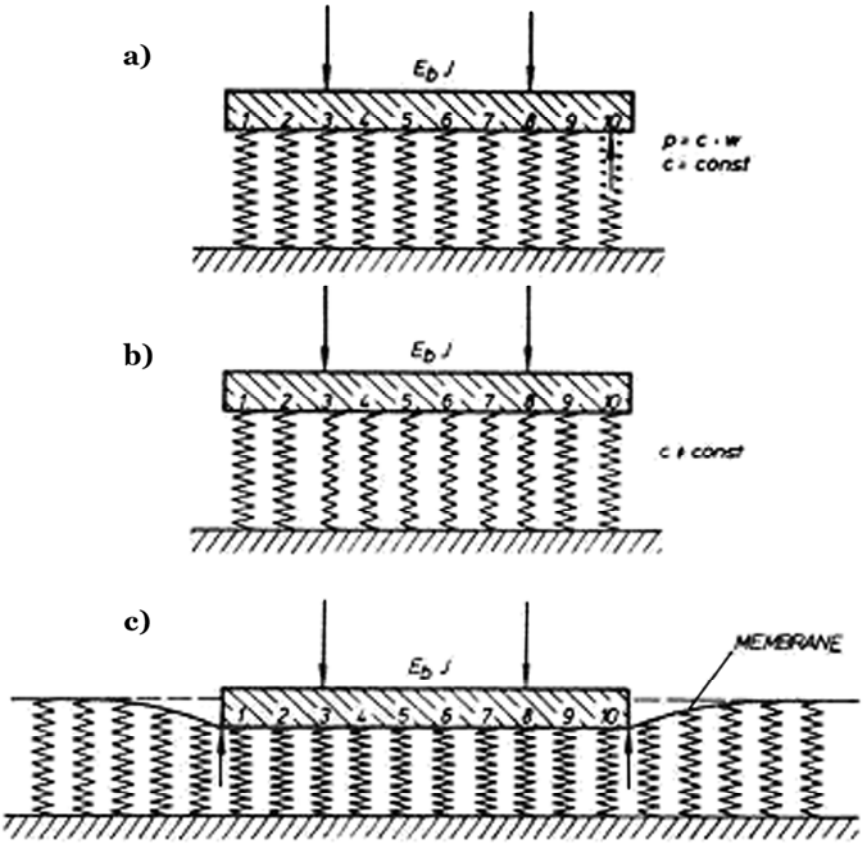


شکل ۴-۲۰ توزیع فشارهای عکس‌العمل خاک در زیر دال صلب و طویل و مقادیر ضریب α_1



شکل ۴-۲۱ مقادیر ضریب α_2

omoorepeyman.ir



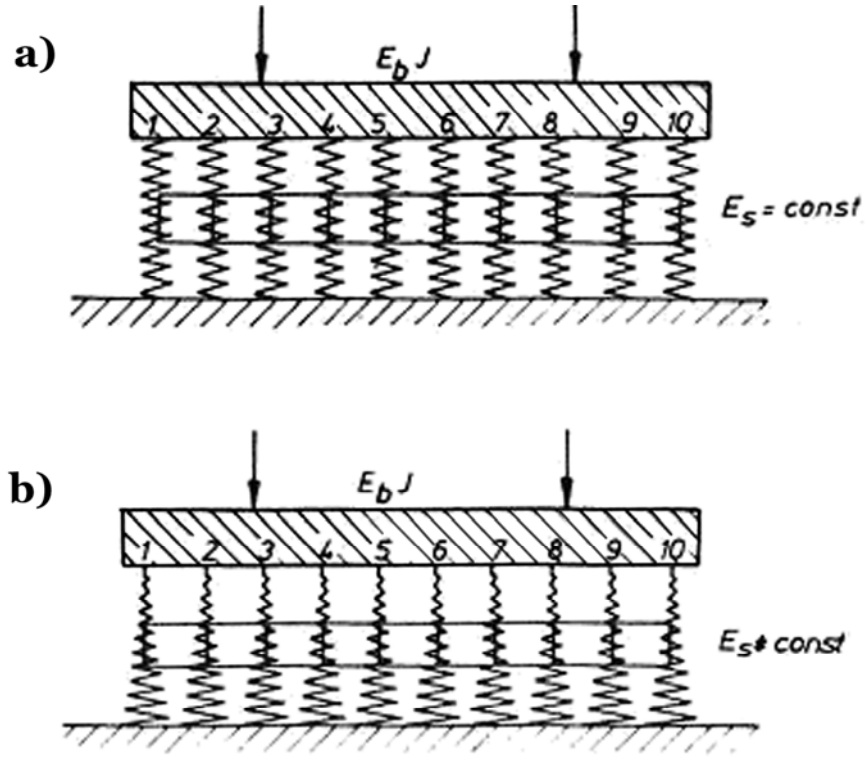
۱- بستر خاک ایده‌آل (**c** مقدار ثابت)

۲- بستر خاک اصلاح شده (**c** مقدار ثابت نیست.)

۳- بستر خاک ایده‌آل با یک غشای پوشش ارتجاعی (بستر خاک ایده‌آل با تنشهای سطحی)

شکل ۴-۲۲ مدلهای مختلف بستر خاکی در روش تیر ارتجاعی

omoorepeyman.ir

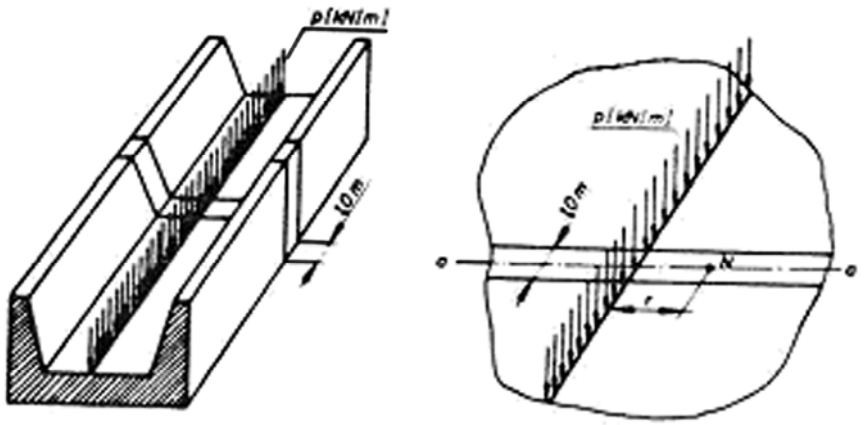


۱- نیم فضای ارتجاعی و ایزوترپ با ضریب عکس‌العمل ثابت خاک

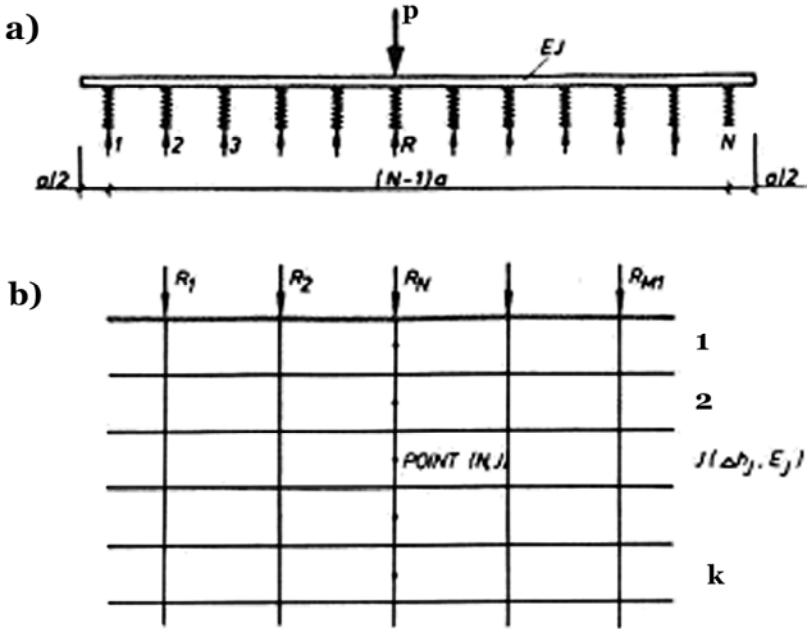
۲- نیم فضای ارتجاعی و ایزوترپ با ضریب عکس‌العمل متغیر خاک نسبت به عمق

شکل ۴-۲۳ مدلهای مختلف بستر خاکی در روش نیم فضای الاستیک

omoorepeyman.ir

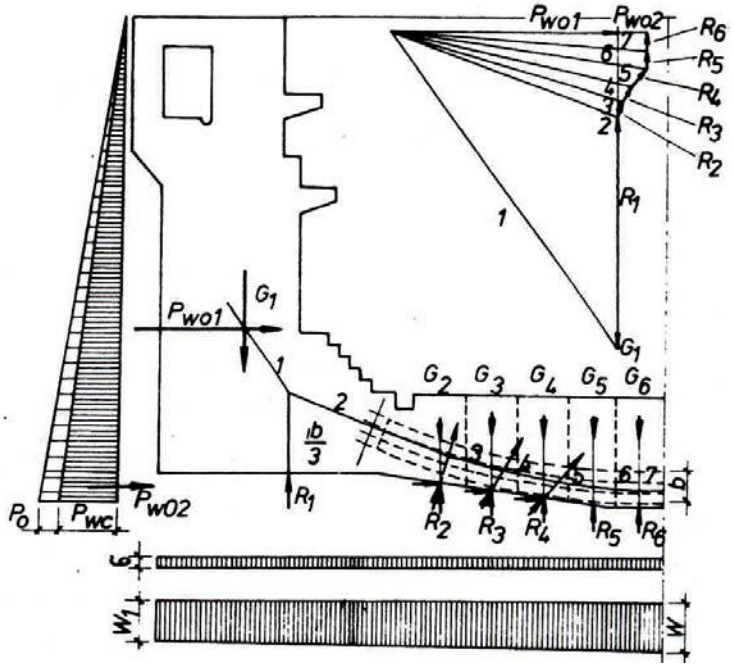


شکل ۴-۲۴ حالت کرنش صفحه‌ای کف حوضچه خشک



شکل ۴-۲۵ اصول روش Elbow در محاسبه نشست لایه‌ها

omoorepeyman.ir



P_{we}: فشار خاک و آب

P_0: قسمتی از فشار مقاوم وارد شده در محاسبات

P_{wo1}: برایند فشار فعال خاک، فشار آب و فشار مقاوم وارد بر دیوار حوضچه

P_{wo2}: برایند فشار فعال خاک، فشار آب و فشار مقاوم وارد بر کف حوضچه

$G_{1,2,3,...}$: وزن قسمتهای مختلف حوضچه خشک

σ: عکس‌العمل خاک

W: فشار هیدرواستاتیک به طرف بالا

$R_{1,2,...}$: برایند نیروهای وزن، عکس‌العمل لایه‌های خاک و فشار هیدرواستاتیک به طرف بالا

b: ضخامت لوله معکوس تعبیه شده در کف حوضچه

شکل ۴-۲۶ تحلیل گرافیکی حوضچه با کف گنبدی شکل

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۵

ارزیابی و معیارهای انتخاب سیستمهای مختلف بالابری و به آب اندازی

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۵-۱ کلیات

انتخاب صحیح و بهینه سیستم بالابری و به آب اندازی کشتی، در عملکرد مناسب یک کارگاه ساخت و تعمیر، بسیار اهمیت دارد. تجهیزات باید جوابگوی نیازمندیهای ساخت یا تعمیرات شناورها و متناسب با موقعیت فیزیکی و تجهیزات پشتیبانی در ساحل باشند.

به طور کلی پنج روش برای بالابری و به آب اندازی (داکینگ) کشتیها به کار می‌رود که عبارتند از:

الف: حوض خشک

ب: سرسره

ج: داک شناور

د: بالابر ثابت

هـ: بالابر متحرک

در این فصل، مزایای استفاده از سیستمهای مختلف بالابری و به آب اندازی، مورد بحث قرار می‌گیرند. بالابر متحرک، ایده‌آل‌ترین سیستم داکینگ است، زیرا بالابری و به آب اندازی همراه با انتقال و جابه‌جایی در خشکی، همزمان و بدون تعویض تجهیزات صورت می‌گیرد. ضعف عمده این سیستم، محدودیت در تناژ بالابری و به آب اندازی است. بالابرهای ثابت دو ویژگی مهم دارند که آنها را از بقیه روشها ممتاز ساخته است. یکی استفاده از الکتروموتورهای سینکرو با برق متناوب و دور ثابت است که متأثر از بار وارده نیست و ویژگی دوم، به‌کارگیری سکوی قابل انعطاف با استفاده از تنش‌سنجهای مختلف در هر یک از دوارها است که می‌تواند وضعیت بارگذاری در زمان بالابری و به آب اندازی را در هر لحظه نشان دهد. اگر چه مزایای فوق برای یک بالابر ثابت قابل تصور هستند، ولی سیستمهای دیگر نیز دارای مزایای خاص خود هستند که در بخشهای بعدی تشریح می‌شوند.

۵-۲ تاریخچه

سابقهٔ ایدهٔ اولیه بالابر ثابت (سینکرولیفت)، بیش از ۱۰۰ سال می‌باشد. در سال ۱۸۶۲ میلادی و در مجله **British Journal of Engineering**، به یک بالابر ثابت هیدرولیکی با ظرفیت ۱۸۰۰ تن که در

omoorepeyman.ir

هندوستان ساخته شده بود، اشاره شده است. در سالهای بعد و تا اواسط دهه ۱۹۵۰ میلادی، بالابرهای ثابت سنتی **Conventional** ساخته می‌شدند. بالابرهای مذکور دارای ظرفیت کم و محدود بوده و مراحل داکینگ در آن به کندی انجام می‌گرفت. از اولین بالابرهای ثابت تحت عنوان سینکرولیفت که هنوز هم فعال است، در سال ۱۹۵۷ میلادی در شهر ساحلی میامی ساخته شد.

در دهه‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ میلادی، بیش از ۱۰۰ کارخانه کشتی‌سازی و تعمیر برای کشتیهای بین ۱۰۰۰۰-۱۰۰ تن در کشورهای مختلف (قطب شمال تا خط استوا) ساخته شد تا کشتیهای بیشتری را در زمان کوتاهی بالا برند یا به آب اندازند و از نظر اقتصادی با صرفه‌تر باشند. در نتیجه این موفقیتها بود که در سال ۱۹۷۵ در جزیره کناری در لاس پالماس **Las Palmas**، بزرگترین بالابر آن زمان به طول ۱۷۲ متر و عرض ۳۰ متر که با ۶۴ دوار کار می‌کرد ساخته شد. سیستم انتقال کشتی می‌توانست ۱۵ کشتی را در یک زمان در ساحل جابه‌جا کند. بالاخره در سال ۱۹۷۷ میلادی در آرژانتین، بالابر ثابتی طراحی و نصب گردید که ظرفیت بالابری کشتیهای ۴۰،۰۰۰ تنی را داشت. بالابر ثابت به ظرفیت ۲۵۰۰۰ تن که در سال ۱۹۹۳، در پایگاه زیر دریایی کلاید در اسکاتلند ساخته شد، نشانه‌ای از توانایی بسیار شگفت‌انگیز این سیستم است.

بیش از ۲۰۰ دستگاه بالابر ثابت در ۶۵ کشور در سراسر دنیا در حال کار است و کشتیهای با تناژ ۶۰،۰۰۰ تن و شناورهای کوچک، مانند قایقهای تفریحی را بالا می‌برد و به آب می‌اندازد و امروزه به عنوان روشی مدرن در داکینگ کشتیها شناخته شده است. در حال حاضر، توانایی ساخت، طراحی و نصب بالابرهای ۱۰۰،۰۰۰ تنی نیز وجود دارد، اما تاکنون سفارشی برای چنین ظرفیتی داده نشده است.

بزرگترین بالابر ثابتی که در ایران نصب گردید، بالابر ثابت ۱۱۰۰۰ تنی است که کشتیهای با تناژ تقریبی ۳۰،۰۰۰ تن را می‌تواند بالا ببرد. ابعاد آن ۱۷۵ متر در ۳۲ متر است و در بندرعباس فعالیت می‌کند. در خصوص روشهای دیگر نیز پیشرفتهایی صورت گرفته است و در حال حاضر، نمونه‌های مختلفی از آنها در کشور وجود دارد و مورد بهره‌برداری واقع می‌شوند.

۵-۳ حوض خشک

حوض خشک با توجه به موارد زیر، امتیاز قابل توجهی نسبت به روشهای دیگر دارد.

omoorepeyman.ir

۱- عدم وابستگی به محدودیتهای خارجی مرتبط با انرژی یا تجهیزات و امکان ساخت آن در اندازه‌های بسیار بزرگ (حتی برای چندین شناور بزرگ به صورت همزمان)
۲- عدم وجود تجهیزات و سیستمهای مکانیکی یا الکتریکی گسترده و سادگی نگهداری و تعمیرات
۳- ایمنی بالاتر عملیات داکینگ
۴- دسترسی بهتر به بدنه شناور و استفاده از جرثقیلهای با ارتفاع کمتر در بالای داک برای دسترسی به قسمتهای فوقانی کشتی

۵-۴ سرسره

امتیازات این سیستم عبارتند از:
۱- نیاز به تجهیزات و ماشین‌آلات ساده‌تر نسبت به سیستم سینکرولیفت
۲- جریان ساده‌تر مواد و تجهیزات برای ساخت در محیط کارخانه
۳- امکان جابه‌جایی تجهیزات مربوطه
۴- مصرف انرژی مناسب
۵- عدم نیاز به شمع‌کوبی و ساخت تکیه‌گاه مناسب برای موتورها مانند سینکرولیفت

۵-۵ داک شناور

مزایای این سیستم نسبت به روشهای دیگر عبارتند از:
۱- امکان جابه‌جایی بسیار عالی و به صورت کامل
۲- دسترسی مناسب به قسمتهای فوقانی از طریق جرثقیلهای دیواره‌ها
۳- امکان تبدیل به سیستمی شبیه سینکرولیفت و انتقال شناورها به محیط پارکینگها
۴- قیمت و سرمایه‌گذاری کمتر نسبت به دیگر سیستمها

omoorepeyman.ir

۵-۶ امتیازات بالابر ثابت (سینکرولیفت)

سیستم بالابر ثابت در مقایسه با دیگر روشهای بالابری و به آب اندازی، دارای مزایای زیر می‌باشد:

۱- دسترسی افراد و وسایل نقلیه مانند جرثقیل و غیره برای ساخت یا انجام تعمیرات، به سهولت امکان‌پذیر است، در حالی که در حوض خشک و داک شناور، چنین امری به راحتی میسر نمی‌باشد.

۲- جریان حرکت مواد و تجهیزات برای ساخت به آسانی صورت می‌گیرد.

۳- تنشهای وارده به بدنه کشتی به علت شیب‌دار نبودن سیستم بالابری و به آب اندازی، بسیار ناچیز است و علاوه بر آن، در هر لحظه نیز قابل تشخیص و کنترل است.

۴- مصرف انرژی الکتریکی و مکانیکی، با توجه به زمان بسیار کوتاه عملیات داکینگ بسیار کم است.

۵- ضایعات مواد مصرفی در مقایسه با عملیات در داک شناور و حوض خشک، بسیار کمتر است و خسارت وارده به حوض شناور و داک خشک در اثر شن‌پاشی و رنگ‌آمیزی کشتی، اجتناب‌ناپذیر است.

۶- ابعاد سکو (طول و عرض بالابر و تناژ بالابری) بر حسب نیاز می‌تواند افزایش یابد، که این امر حاکی از انعطاف‌پذیری طراحی اولیه این سیستم است.

۷- زمان مورد نیاز برای بالابری و به آب اندازی، در مقایسه با سیستمهای دیگر بسیار کوتاه‌تر است. در شرایط اضطراری، این امتیاز بسیار مهم می‌باشد.

۸- فضای کمتری از حوضچه یا کنار دریا را اشغال می‌کند و امکان بهره‌برداری بیشتر از فضای خشکی را میسر می‌سازد.

۹- تعمیرات سکو به سهولت انجام می‌شود و عمر مفید بهره‌برداری از این سیستم در مقایسه با سیستمهای دیگر بیشتر است، به طوری که اولین بالابر ثابت نصب شده پس از حدود ۴۰ سال، بدون تعویض الکتروموتورها و دوارها هنوز فعال است.

۱۰- در صورتی که جابه‌جایی و انتقال سیستم بالابر ثابت ضروری تشخیص داده شود، حدود (۶۵٪) سرمایه‌گذاری اولیه قابل حصول و بازگشت است، در حالی که به عنوان مثال، در حوض خشک

omoorepeyman.ir

هیچ درصدی قابل برگشت نیست و در مورد سرسره‌ها نیز، فقط (۴۵٪) سرمایه اولیه برگشت‌پذیر می‌باشد.

۵-۷ بالابر متحرک

امتیازات این روش به صورت خلاصه عبارتند از:

۱- امکان انتقال شناور به هر قسمت از کارخانه بدون نیاز به ریل‌گذاری

۲- امکان انتقال سیستم به کارخانه یا محل دیگر، بدون صرف هزینه زیاد

۳- بالا بودن سرعت عملیات بخصوص در شناورهای کوچک، با استفاده از تسمه‌های مناسب برای اتصال شناور به بالابر (عدم نیاز به بلوکها و چیدمان مناسب آنها)

۴- استفاده بهینه از فضاهای کارخانه برای جا دادن تعداد بیشتری شناور

۵-۸ مقایسه سیستمهای داکینگ

ایده‌آل‌ترین سیستم داکینگ، شاید سیستم بالابر متحرک باشد اما به دلیل محدودیت در تناژ، عملیات داکینگ و هزینه و دیگر متغیرهای این سیستم، نمی‌تواند پاسخگوی نیاز تمامی کارخانجات کشتی‌سازی و تعمیرات کشتی باشد.

سرسره‌ها به علت نیازمندی به اختلاف ارتفاع رودخانه و یا حوضچه، تقریباً از رده خارج شده‌اند، بنابراین سعی شده است برای رفع این اشکال، از سیستم به آب اندازی از پهلو استفاده شود، اگر چه این سیستم نیز مورد استقبال قرار نگرفته است.

داکهای شناور همچنان در حال ساخت و بهره‌برداری هستند، علاوه بر این که از نظر تناژ بالابری در مقایسه با بالابرهای ثابت از ظرفیت بیشتری برخوردار می‌باشند، امتیاز عمده آنها، متحرک بودن و قابلیت انتقال به هر نقطه‌ای از ساحل یا دریا است.

omoorepeyman.ir

عیب داکهای شناور، هزینه نگهداری و تعمیرات آنها می‌باشد که مانند یک کشتی باید تعمیر و نگهداری شوند. صرف زمان طولانی برای انجام عملیات داکینگ و خطرهایی که ممکن است متوجه این عملیات گردد، از معایب این سیستم است، ضمن این که هر شناور به تأسیسات ساحلی نیازمند است.

تنها امتیاز حوض خشک، نامحدود بودن تناژ بالابری می‌باشد. بنابراین ساختن حوض خشک برای ساخت یا تعمیر کشتیهایی که با روشهای دیگر داکینگ امکانپذیر باشد، به صلاح نمی‌باشد. استفاده از سیستم بالابر ثابت در اغلب تأسیسات دریایی و برای عملیات داکینگ بین ۲۵۰۰۰–۱۵۰ تن، مناسب می‌باشد. با توجه به امتیازاتی که به آنها اشاره شد، می‌توان گفت که در حال حاضر، این سیستم از سیستمهای پیشرفته و موفق بالابری و به آب اندازی به شمار می‌رود.

با توجه به ویژگیهای مختلف سیستمها، لازم است ضمن بررسی همه جانبه، آنها را مقایسه نمود و انتخاب بهینه را انجام داد. بر این اساس استفاده از جدول ۶–۱ بسیار مناسب خواهد بود.

بر اساس جدول ۵–۱ می‌توان امتیازاتی برای هر یک از سیستمها، با توجه به اطلاعات و تجربه‌های موجود و همچنین محدودیتهای کارخانه و هدف آن در نظر گرفت. به عنوان مثال برای یک کارخانه کوچک، انعطاف‌پذیری و جابه‌جایی سیستم می‌تواند پر اهمیت باشد و امتیاز حداکثر را داشته باشد، در حالی که برای کارخانه بزرگ تعمیر و ساخت نفتکش، این موضوع اهمیت ندارد. در نهایت با امتیازدهی فوق و در نظر گرفتن اهمیت هر امتیاز در کارخانه به صورت ضرایب وزنی، می‌توان امتیاز حداکثر را به عنوان طرح بهینه در نظر گرفت.

به طور حتم در جدول مذکور، معیارهای بسیار دیگری نیز باید اضافه گردند تا بتوان تمامی جنبه‌های موضوع را در انتخاب نهایی لحاظ نمود.

omoorepeyman.ir

جدول ۵-۱ امتیازدهی برای هر یک از سیستمها با توجه به اطلاعات و تجربه‌های موجود

ردیف	روش معیار	حوض خشک	سرسره	داک شناور	بالابر ثابت	بالابر متحرک
۱	سرمایه‌گذاری اولیه					
۲	سادگی نگهداری					
۳	انعطاف‌پذیری و جابه‌جایی					
۴	سرعت عملیات					
۵	عدم نیاز به سرمایه‌گذاریهای جانبی مانند انتقال به خشکی (پارکینگها)					
۶	ایمنی عملیات بالابری					
۷	جمع امتیازات					

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۶

مبانی طراحی محوطه، پارکینگها و اسکله‌ها

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۶-۱ توصیف کلی

بارگذاریهای مورد نیاز برای سازه‌ها و اسکله‌ها، در این قسمت آورده شده است. چنان‌چه شرایط بارگذاری موجود باشد (که در این جا به طور خاص مشخص نشده‌اند)، طراح باید به استانداردهای صنعتی قابل قبولی تکیه کند. برای همه موارد اشاره شده در این قسمت، در صورت مغایرت با سایر استانداردها، باید موارد زیر در طراحی به عنوان مبنا قرار گیرد.

۶-۲ بارهای مرده

۶-۲-۱ توصیف کلی

بار مرده شامل وزن کلی سازه می‌شود که همه متعلقات دایمی نظیر مهاربندیها، تیرهای چراغ برق، دکلها، سکوها، ساختارهای چوبی و خطوط مفید خدماتی را دربر می‌گیرد. برآوردی واقع‌بینانه از همه اتصالات موجود و اتصالاتی که قرار است در آینده اضافه شوند باید انجام شود. طراحی سازه‌ها و اسکله‌های ثابت، بر اساس نیازهای بارهای زنده و جانبی کنترل می‌شود، بنابراین برآورد محافظه‌کارانه بارهای مرده، تأثیر نامطلوبی بر قیمت سازه نخواهد گذاشت، اگر چه این تخمین دست بالا برای طراحی کنترل شده اعضای کششی غیر محافظه‌کارانه است. در ضمن برای سازه‌ها و اسکله‌های شناور، ارزیابی بیش از حد بارهای مرده منجر به طرحهای پرهزینه خواهد گردید.

۶-۲-۲ وزن مخصوص

در طراحی باید از وزن حقیقی مواد سازنده استفاده نمود. وزنهای مخصوص زیر، باید برای مواد سازنده به کار روند. در صورتی که وزنهای مخصوص به دست آمده از آزمایش عملی، کوچکتر باشند، می‌توان از آنها استفاده نمود.

الف: فولاد یا فولاد سخت

کیلوگرم نیرو بر متر مکعب ۷۸۵۰

omoorepeyman.ir

ب: چدن

کیلوگرم نیرو بر متر مکعب ۷۲۰۰

ج: آلیاژ آلومینیم

کیلوگرم نیرو بر متر مکعب ۲۸۰۰

د: چوب الواری (نرم)

کیلوگرم نیرو بر متر مکعب ۸۰۰–۶۴۰

هـ: چوب الواری (سخت)

کیلوگرم نیرو بر متر مکعب ۹۶۰–۷۲۰

و: بتن مسلح (وزن نرمال)

کیلوگرم نیرو بر متر مکعب ۲۵۵۰–۲۳۵۰

ز: ماسه متراکم، خاک، شن و بلاست

کیلوگرم نیرو بر متر مکعب ۲۴۰۰

ح: آسفالت

کیلوگرم نیرو بر متر مکعب ۲۴۰۰–۲۱۶۵

۶-۳ بارهای زنده عمودی

۶-۳-۱ بارگذاری یکنواخت

جدول ۶-۱ بارگذاریهای یکنواخت مورد نیاز سازه‌ها و اسکله‌ها را به دست می‌دهد.

omoorepeyman.ir

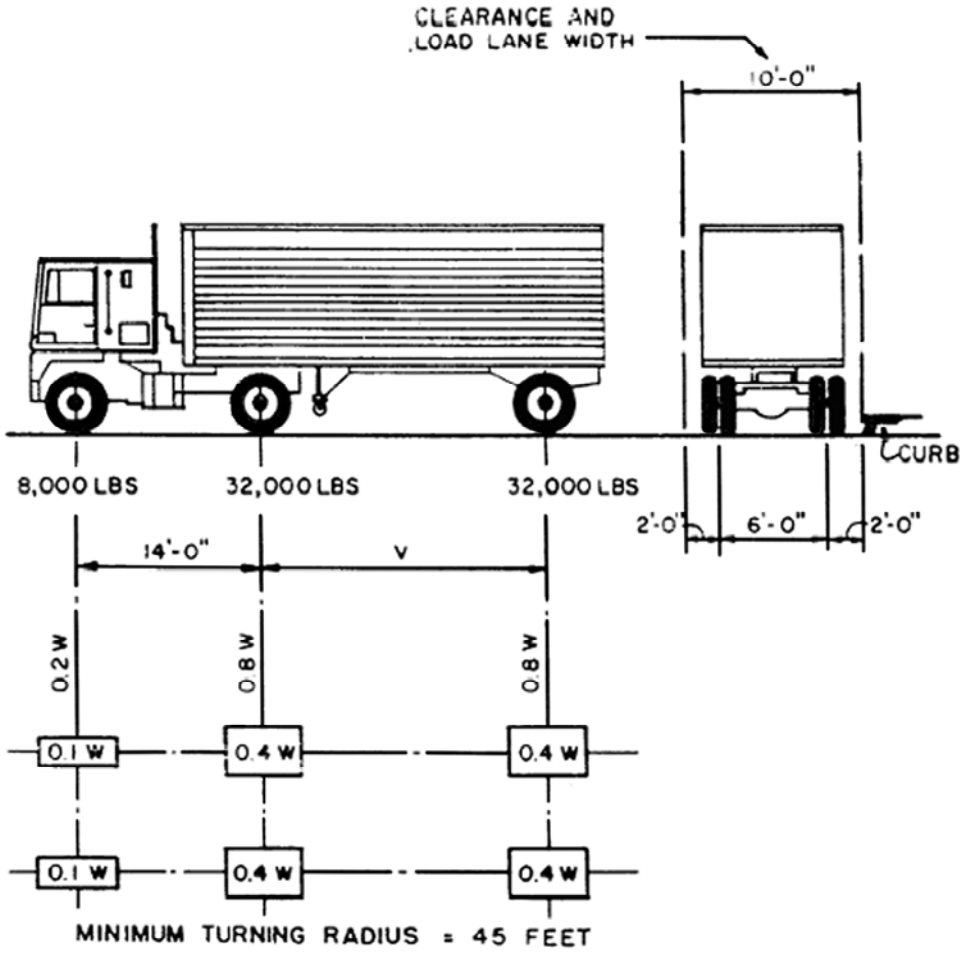
جدول ۶-۱ بارهای زنده عمودی برای دکلهای سازه و اسکله

رده‌بندی	بارگذاری یکنواخت (kg/m^3)	جرثقیل سیار (تن)	تعداد جرثقیل ریلی	دیگر تجهیزات حمل و نقل
مهمات	۹۶۰۰	۹۰	–	۲۰ کامیون
پهلو گرفتن حمل کننده‌ها	۱۲۸۰۰	۱۴۰	–	۲۰ کامیون
پهلو گرفتن (بقیه)	۹۶۰۰	۹۰	–	۲۰ کامیون
پهلو گرفتن (زیردریایی)	۹۶۰۰	۹۰	–	۲۰ کامیون
تجهیزات جانبی	۱۲۸۰۰	۱۴۰	۵۰ جزء	۲۰ کامیون
تعمیرات	۹۶۰۰	۱۴۰	۵۰ جزء	۲۰ کامیون
سوخت	۸۰۰	۵۰	–	۱۰ کامیون
باربریهای عمومی	۱۲۰۰۰	۱۴۰	–	۲۰ کامیون
کانتینربر	۱۶۰۰۰	۱۴۰	۴۰ کانتینر	۲۰ کامیون یا **straddle 33**

۶-۳-۲ بار کامیون

بار کامیون بر روی پلهای مورد استفاده در بزرگراهها، مطابق با مشخصات انجمن آمریکایی مربوط به امور بزرگراه و حمل و نقل **AASHTO**، در نظر گرفته می‌شود. سازه‌ها و اسکله‌ها باید برای بارهای چرخ کامیونهای ۴۴-۲۰ طراحی شوند. در دالها، تیرها و سرشمعها نیازی به طراحی برای ضربه نمی‌باشد. هنگامی که کامیون روی این سازه‌ها حرکت می‌کند، اگر ارتفاع آسفالت و زیرساختهای آن ۴۵ سانتیمتر و بیشتر باشد، برای ساختارهای توپر نیز نیازی به در نظر گرفتن ضریب ضربه نیست. در ترکیب بارگذاری، باید بار ناشی از عبور وسایل نقلیه سنگین از قبیل وسایل حمل و نقل سلاحها، موشکها و غیره را در نظر گرفت. وسایلی از این نوع ممکن است دارای بارهای چرخ زیادی بوده و بار محوری زیادی را در سازه ایجاد کنند.

omoorepeyman.ir



W = COMBINED WEIGHT ON THE FIRST TWO AXLES WHICH IS THE SAME AS FOR THE CORRESPONDING H TRUCK.

V = VARIABLE SPACING - 14 FEET TO 30 FEET INCLUSIVE. SPACING TO BE USED IS THAT WHICH PRODUCES MAXIMUM STRESSES.

STANDARD HS20-44 TRUCK

شکل ۶-۱ بار کامیون

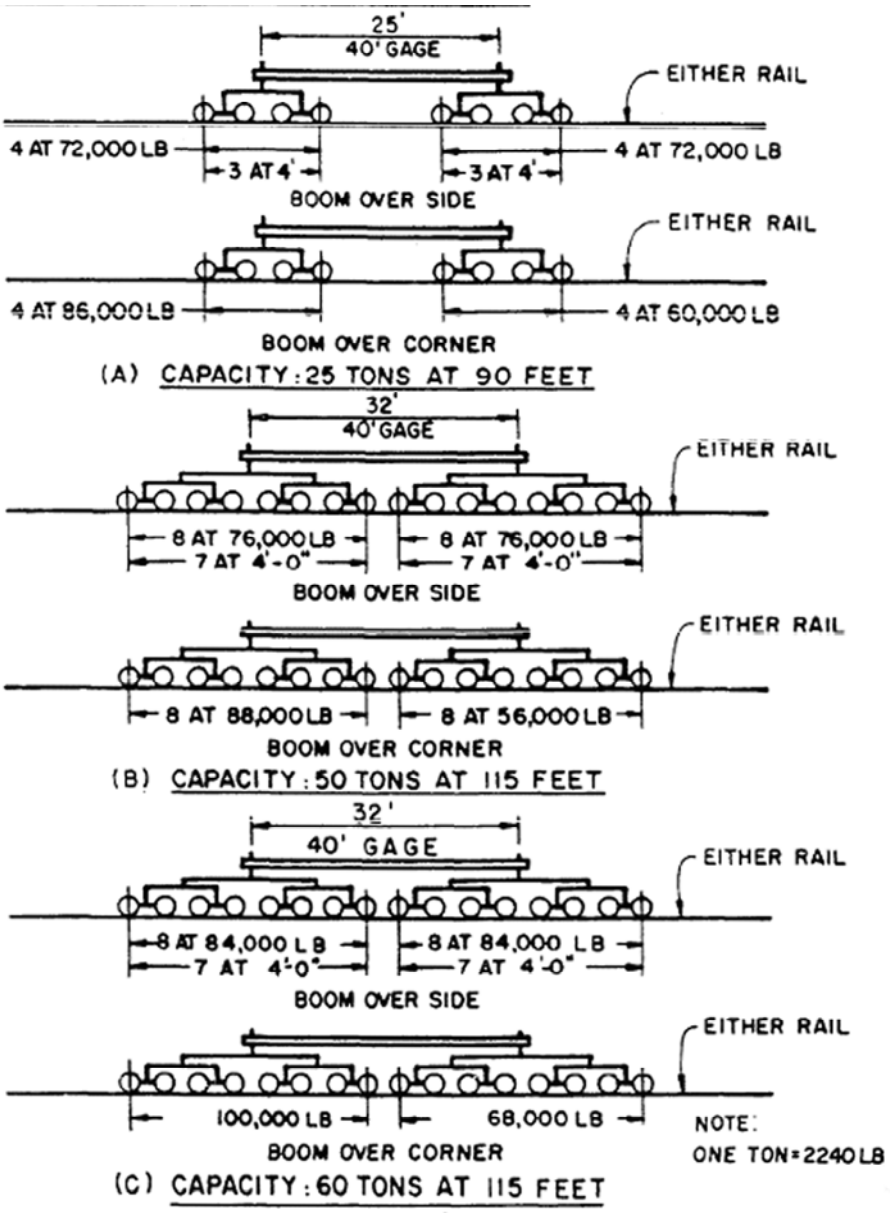
omoorepeyman.ir

۶-۳-۳ بارگذاری جرثقیل سوار شده بر روی ریل

۶-۳-۳-۱ جرثقیلهای بندر

شکل ۶-۲ بارگذاری ناشی از چرخ جرثقیلهای بندری را نشان می‌دهد و جدول ۶-۱ برای ظرفیت مشخص شده از جرثقیلهای بندری به کار برده شده در سازه‌ها و اسکله‌ها، در نظر گرفته شده است.

omoorepeyman.ir

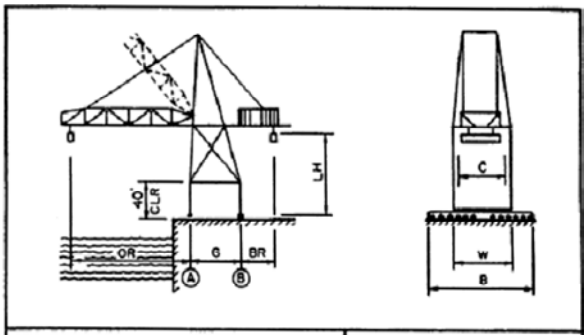


شکل ۶-۲ بارگذاری ناشی از چرخ جرثقیلهای بندری

omoorepeyman.ir

۶-۳-۳-۲ جرثقیلهای کانتینربر

شکل ۶-۳ بارگذاری ناشی از چرخها برای این نوع جرثقیلها را نشان می‌دهد و جدول ۶-۲، ظرفیت جرثقیلهای کانتینربر در سازه‌ها و اسکله‌ها را نشان می‌دهد. داده‌های این جدول بر اساس چندین جرثقیل، نتیجه‌گیری شده است و می‌تواند برای مطالعه مفهومی و طراحی مقدماتی استفاده شود. جرثقیلها قابلیت تغییر در پیکربندیها، فاصله ریلها و توانایی خود را دارند، بنابراین اطلاعات ویژه باید از کارخانجات جرثقیل‌سازی دریافت شوند و در طراحی نهایی به کار روند. در طراحیهای اخیر جرثقیل کانتینربر، فاصله بین ریلها را افزایش می‌دهند تا ظرفیت بلند کردن آنها، بین ۵۰-۴۰ تن باشد. افزایش در فاصله ریلها منجر به بالا رفتن وزن مرده جرثقیل می‌شود و ممکن است موجب افزایش بارگذاری در چرخها شود.



ITEM			CRANE CAPACITY	
			40' LONG TONS	50' LONG TONS
GAUGE - G			32' TO 100'	100'
OUTREACH - OR			115' TO 150'	125' TO 145'
BACK REACH - BR			35' TO 88'	30' TO 82'
WHEEL BASE - w			43' TO 50'	40' TO 51'
CONTAINER CLEARANCE - C			49' TO 66'	55'
OUT TO OUT OF BUMPERS - B			77' TO 89'	85' TO 89'
WHEEL SPACING (6 OR 8/LEG)			4' TO 5'	45' TO 55'
LIFT HEIGHT			80' TO 110'	89' TO 95'
MAXIMUM WHEEL LOAD IN KIPS (WITH 10 PSF WIND)	OPERATING	WATER SIDE (A)	87k TO 150k	99k TO 126k
		LAND SIDE (B)	64k TO 120k	65k TO 100k
	STOWED	WATER SIDE (A)	30k TO 167k	85k TO 131k
		LAND SIDE (B)	59k TO 186k	83k TO 122k

شکل ۶-۳ بارگذاری ناشی از چرخ جرثقیلهای کانتینربر

omoorepeyman.ir

جدول ۶-۲ بارگذاری متحرک جکهای جانبی در جرثقیلهای سیار

ظرفیت (تن)	شعاع (M)	طول بازو (M)	باربری از گوشه (KN)	باربری از عقب (KN)	باربری از کناره‌ها (KN)
۴۵	۸ و کمتر	۱۲	۵۰۰	۴۳۵	۴۲۰
	۹	۱۲	۴۷۰	۴۲۰	۴۰۰
	۱۲	۱۲	۴۲۰	۳۷۰	۳۵۵
	۱۵	۱۵	۴۰۰	۳۵۰	۳۴۰
	۱۸ و بیشتر	۱۸	۳۹۰	۳۴۰	۳۳۰
۶۳	۶ و کمتر	۱۲	۶۷۰	۵۵۰	۵۰۰
	۹	۱۲	۵۶۰	۴۶۰	۴۲۰
	۱۲	۱۲	۴۸۰	۴۰۰	۳۶۰
	۱۵ و بیشتر	۱۵	۴۵۰	۳۷۰	۳۴۰
۸۲	۶ و کمتر	۱۵	۸۳۰	۶۵۰	۶۱۰
	۹	۱۵	۷۱۵	۵۷۰	۵۳۰
	۱۲	۱۵	۶۲۰	۴۹۰	۴۶۰
	۱۵ و بیشتر	۱۵	۵۸۰	۴۵۵	۴۳۰
۱۰۴	۶ و کمتر	۱۵	۱۰۷۰	۸۸۰	۸۳۰
	۹	۱۵	۸۰۵	۶۶۰	۶۲۰
	۱۲	۱۵	۶۹۰	۵۶۰	۵۳۰
	۱۵ و بیشتر	۱۵	۶۴۰	۵۳۰	۵۰۰
۱۲۷	۸ و کمتر	۱۵	۱۰۴۰	۹۲۰	۸۹۰
	۹	۱۵	۹۹۰	۸۸۰	۵۶۰
	۱۲	۱۵	۸۸۰	۷۸۰	۷۶۰
	۱۵	۱۵	۸۰۵	۷۲۰	۶۹۵

۶-۳-۳-۳ عدم قطعیت در بارگذاری چرخها

جرثقیلهای کانتینربر و بندری، معمولاً به صورت مجزا با بررسیهای ساختاری انتخاب می‌شوند. بارگذاریهای چرخها ممکن است در سند جرثقیل مشخص نشود، بنابراین ممکن است بارگذاری حقیقی

omoorepeyman.ir

در چرخها خیلی بیشتر از مقدار پیش‌بینی شده توسط طراح باشد. تعداد و فضای چرخها، توانایی و طراحی ساختار عامل تعیین کننده در طراحی سازه موجود به حساب می‌آیند. برای رسیدن به توانایی و پیکر مورد نیاز برای جرثقیل، باید به شرکتهای دریایی مرتبط با جرثقیلهای بندری مراجعه شود و بارگذاری چرخها را که برای ثابت نگه داشتن سازه نیاز است، از منابع مذکور به دست آورد. در غیاب اطلاعات اصلی، برای تسهیل کردن کار باید بارگذاریهای نشان داده شده در شکلهای ۶-۲ و ۶-۳، (۱۰٪) افزایش یابند.

۶-۳-۳-۴ ضربه

یک ضریب (۲۵٪) ضربه با توجه به بارگذاری چرخها (ماکزیمم مقدار آن)، برای طراحی دال عرشه‌ها، تیر حمال جرثقیلها و سرشمعها باید به کار برده شود. این ضریب ضربه برای طراحی شمعها و دیگر المانهای زیر سازه قابل استفاده نیست.

◄ ۶-۳-۴ بارگذاری جرثقیلهای کامیونی

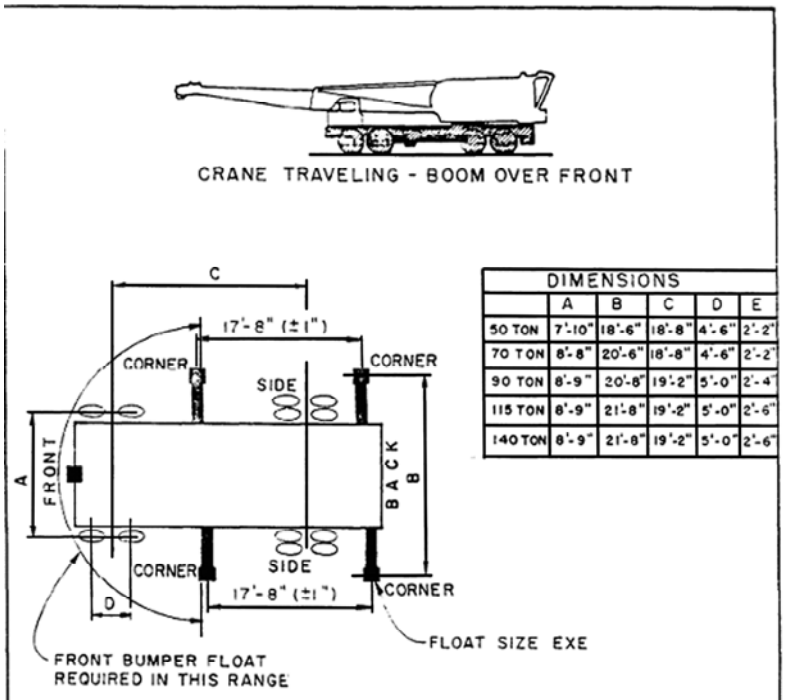
در طراحی دکها برای انواع سازه‌های شناور و ثابت در اسکله‌ها، معمولاً بارگذاری ناشی از جرثقیل کامیونی کنترل می‌شود. عامل بارگذاری ناشی از این جرثقیلها شرایطی را بر سازه تحمیل می‌کند که بسیار جدی است و در نتیجه این نوع بارگذاری باید کنترل شود. برای بررسی این نوع جرثقیلها که روی سازه و اسکله مورد استفاده قرار می‌گیرند، به جدول ۶-۲ مراجعه شود. برای جرثقیل کامیونی مشخص شده، حداقلی از توان و ظرفیت در نظر گرفته می‌شود. در ضمن باید در نظر داشت که جرثقیل طرح، بزرگترین جرثقیل مورد استفاده بوده و سازه باید تحمل این نوع بارگذاری را داشته باشد.

۶-۳-۴-۱ نیروهای چرخها

شکل ۶-۴ بارگذاری ناشی از چرخها را نشان داده است و جدول ۶-۲ بارهای متحرک جکهای جانبی برای جرثقیلهای کامیونی با ظرفیتهای ۵۰، ۷۰، ۹۰، ۱۱۵ و ۱۴۰ تن را نشان می‌دهد. سطحی از این لاستیک که با زمین تماس دارد، باید بر طبق آیین‌نامه **AASHTO** معین شود. به عنوان مثال در کاربردهای عملی، فشارهایی که از طرف زمین بر سطح لاستیک وارد می‌شود حدود (۱۰٪) بیشتر از فشار باد داخل تایر می‌باشد. کارخانه‌های جرثقیل‌سازی توصیه می‌کنند که لیفتهای اکثر جرثقیلها، بر روی

omoorepeyman.ir

جکهای جانبی ساخته شوند. به علاوه توانایی جرثقیل هنگامی که لیفتها روی چرخ قرار می‌گیرند، بسیار کمتر از هنگامی است که روی جکهای آن قرار داده شوند. همه سازه‌ها و اسکله‌ها و متعلقات آنها، باید با توجه به بارگذاری چرخها طراحی شوند.



DIMENSIONS					
	A	B	C	D	E
50 TON	7'-10"	18'-6"	18'-8"	4'-6"	2'-2"
70 TON	8'-8"	20'-6"	18'-8"	4'-6"	2'-2"
90 TON	8'-9"	20'-8"	19'-2"	5'-0"	2'-4"
115 TON	8'-9"	21'-8"	19'-2"	5'-0"	2'-6"
140 TON	8'-9"	21'-8"	19'-2"	5'-0"	2'-6"

CRANE TRAVELING - RUBBER TIRE WHEEL LOADS (LBS)

CRANE CAPACITY	TIRES NO.	TIRES SIZE	BOOM LENGTH (FT)	TOTAL WEIGHT (LBS)	BOOM OVER FRONT EACH FRONT SINGLE TIRE	BOOM OVER FRONT EACH REAR DUAL TIRE	BOOM OVER REAR EACH FRONT SINGLE TIRE	BOOM OVER REAR EACH REAR DUAL TIRE
50 TON	12	14.00-20	40	107,566	5,024	21,868	10,164	16,727
70 TON	12	14.00-20	40	114,580	4,683	23,963	12,780	15,865
90 TON	12	14.00-24	50	136,789	6,107	28,091	12,115	22,083
115 TON	12	14.00-24	50	163,190	4,521	36,277	15,518	25,280
140 TON	12	14.00-24	50	168,821	6,711	35,494	13,759	28,447

شکل ۶-۴ بارگذاری ناشی از چرخ جرثقیلهای کامیونی

۶-۳-۴-۲ بار متحرک جکها

جدول ۶-۲ بار متحرک جکها را برای جرثقیلهای مختلف نشان می‌دهد. ماکزیمم بارگذاری، هنگامی که بازوی جرثقیل باری را از گوشه آن و یا از کناره‌های کامیون و یا از عقب خود بلند کند، در جدول

omoorepeyman.ir

مذکور درج شده است. مقدار بارگذاری ماکزیمم، هنگامی رخ می‌دهد که شعاع بازوی جرثقیل در کوتاه‌ترین حالت باشد (۲۵–۲۰ فوت)، که این موضوع باید در طراحی مورد توجه قرار گیرد. برای اسکله‌های موجود ممکن است جداول دیگری از بارگذاری استفاده شوند تا بتوان توانایی و ظرفیت عرشه را تحلیل نمود. بارگذاری جکهای شناور باید در طول ۱/۵ فوتی مورد استفاده قرار گیرد بجز موقعی که اندازه واقعی قسمت شناوری مشخص باشد که در این حالت، اندازه واقعی قسمت شناور برای آنالیز مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۶–۳–۴–۳ ضربه

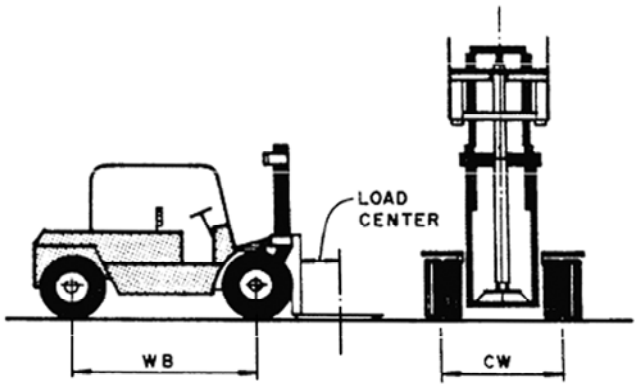
در طراحی دالها، تیرها و سرشمعها، ضریب ضربه (۱۵٪) برای کلیه چرخهایی که بارگذاری شده‌اند لازم است. در طراحی، بیشترین تنش به دست آمده از ضریب (۲۵٪) ضربه برای بارگذاری روی جکهای کامیون و یا ضریب (۳۰٪) ضربه برای ظرفیت لیفت مورد استفاده قرار می‌گیرد. این ضریب ضربه در شمعها و دیگر اجزای سازه قابل استفاده نیست، همچنین لازم نیست این ضریب در طراحی جکهای کامیون و یا در سازه‌های پر شده و یا جایی که بارگذاری روی چرخها در طول آسفالت کف توزیع می‌شود مورد استفاده قرار گیرد (برای ضخامت آسفالت ۱ فوت و ۶ اینچ یا بیشتر).

◄ ۶–۳–۵ بارگذاری در لیفترها و حمل کننده‌ها از انواع پایه باز Straddle

۶–۳–۵–۱ لیفترها

شکل ۶–۵ بارگذاری چرخها در لیفتر را نشان می‌دهد و جدول ۶–۲ این بارگذاری را برای لیفترهای قابل استفاده در اسکله‌ها نشان می‌دهد. سطح تماس در بارگذاری چرخها با زمین باید مطابق با **AASHTO** تعیین شود. برای چرخهایی با لاستیک سخت، بارگذاری چرخها را باید به صورت نقطه‌ای در نظر گرفت.

omoorepeyman.ir



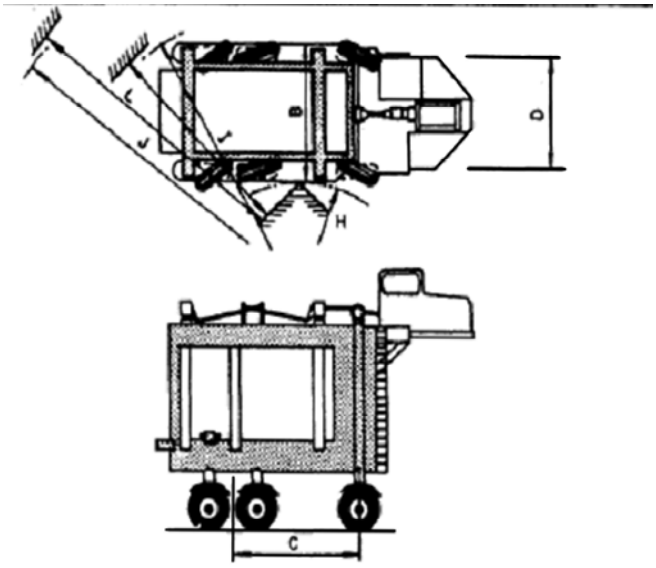
MAXIMUM LOAD (LBS.)	LOAD CENTER (IN)	SERVICE WEIGHT (LBS.)	TURNING RADIUS (FT.-IN)	WHEEL-BASE (WB) (FT.-IN)	WHEEL SPAC. (CW) (FT-IN)	WHEEL LOADS (LOADED) EACH REAR SINGLE TIRE (LBS)	WHEEL LOADS (LOADED) EACH FRONT DUAL TIRE (LBS.)
10,000	24	15,000	12-10	8-3	6-3	2,000	10,500
12,000	24	16,000	12-10	8-3	6-3	2,500	11,500
15,000	24	19,000	13-0	8-9	6-4	2,500	14,500
16,000	24	19,500	13-0	8-9	6-4	2,500	15,250
20,000	24	20,000	14-0	9-6	6-4	2,500	17,500
24,000	24	25,300	14-9	10-0	6-4	2,500	22,150
30,000	24	34,000	15-3	10-9	6-6	3,000	29,000
40,000	36	63,000	14-11	10-0	8-0	2,500	49,000

شکل ۶-۵ بارگذاری ناشی از چرخ لیفترها

۶-۳-۵-۲ حمل کننده‌ها از نوع پایه باز straddle

شکل ۶-۶ و جدول ۶-۲ بارگذاری روی چرخهای این نوع حمل کننده‌ها که در اسکله‌ها استفاده می‌شوند را نشان می‌دهند. حمل کننده نشان داده شده، توان بلند کردن کانتینر با طول بین ۶۰-۲۰ فوت که به طور کامل پر شده است را دارا می‌باشد.

omoorepeyman.ir



DEAD WEIGHT	67,000 LBS
SERVICE WEIGHT	89,000 LBS
WHEEL LOAD-EACH	26,000 LBS
OVERALL WIDTH (B)	13'-4"
WHEELBASE (C)	13'-4"
WHEEL CENTERS (D)	11'-6"
INSIDE TURNING RADIUS (H)	11'-3"
OUTSIDE TURNING (20 ft. CONTAINER) (I)	27'-10"
OUTSIDE TURNING (40 ft. CONTAINER) (J)	33'-4"
MINIMUM (20 ft CONTAINER) (K)	19'-4"
MINIMUM (40 ft. CONTAINER) (L)	25'-4"

شکل ۶-۶ بارگذاری ناشی از چرخ جرثقیلهای پایه‌دار straddle

۶-۳-۵-۳ ضربه

یک ضریب (۱۵٪) ضربه باید برای ماکزیمم بارگذاری بر روی چرخها در طراحی دالها، تیرها و سرشمعها مورد استفاده قرار گیرد. به این ضریب ضربه در طراحی شمعها و المانهای زیر سازه یا

omoorepeyman.ir

قسمتهای پر شده سازه و جایی که این بارگذاری در طول آسفالت و کف توزیع می‌شود (آسفالت با ارتفاع ۱ فوت و ۶ اینچ یا بیشتر) نیازی نیست.

۶-۳-۶ بارگذاری روی مسیر ریلی

برای نیروهای چرخ واگنهای باری، مطابق با استاندارد **E-۸۰** مشخص شده در مقررات انجمن مهندسی راههای ریلی آمریکا **AREA**، بار زنده ۸۰۰۰ پوند بر فوت معادل ۱۲۰۰۰ کیلوگرم بر متر، در نظر گرفته می‌شود.

در طراحی دالها، تیرآهنها و سرشمعها، ضریب ضربه (۲۰٪) باید در نظر گرفته شود که این ضریب برای طراحی شمعها و ساختارهای پر شده و یا محلهایی که این نیروها در طول آسفالت توزیع می‌شوند (آسفالت با ارتفاع ۱ فوت و ۶ اینچ یا بیشتر) در نظر گرفته نمی‌شود.

۶-۳-۷ بویانسی

دکهای اسکله به اندازه‌ای پایین نگه داشته می‌شوند که در معرض نیروهای بویانسی قرار نگیرند، هرچند بخشهایی از سازه، شیارها و طاقهای به کار رفته، به حدی پایین قرار می‌گیرند که در معرض نیروی بویانسی قرار می‌گیرند، به طوری که نیروهای بالا برنده به میزان ۶۴ پوند بر فوت مربع (۱۰۰۰ کیلوگرم بر متر مربع)، برای هر فوت از میزان فرو رفتگی به زیر سطح آب افزایش می‌یابد.

۶-۳-۸ بارگذاری امواج

برای اسکله‌ها و سازه‌هایی که در معرض امواج قرار گرفته‌اند، نیروهای هیدرواستاتیکی و جانبی بر سازه اثر می‌کنند. برای تعیین بارگذاریهای امواج از روشهای ارایه شده در قسمتهای دیگر این آیین‌نامه استفاده می‌شود.

omoorepeyman.ir

۶-۳-۹ کاربرد بارگذاریها

۶-۳-۹-۱ بارگذاریهای متمرکز

بارگذاریهای چرخها و بارهای متحرک در جکها که دارای سیستم لاستیک بادی می‌باشند (از قبیل کامیونها، جرثقیلهای کامیونی، لیفترها و حمل کننده‌های پایه باز) باید روی عرشه اسکله‌ها و سازه‌ها به صورت نقطه‌ای به کار روند. این تجهیزات از آنجا که قابلیت دور زدن در هر جهت را دارند، تغییر جهت دادن آنها باعث به وجود آمدن نیروهای ماکزیممی روی اعضای سازه می‌شود که باید در طراحی در نظر گرفته شود.

۶-۳-۹-۲ بارگذاریهای همزمان

بارگذاریهای زنده متمرکز و یکنواخت باید با روشهای منطقی اعمال شوند. بارگذاریهای زنده متمرکز و یکنواخت ناشی از وسایلی با سیستم لاستیک بادی، نباید به صورت همزمان در یک سطح اعمال شوند. در حرکت جرثقیل روی مسیرهای ریلی، بارگذاری زنده یکنواخت باید به صورت همزمان روی هر دو قسمت ریل به همراه بار جرثقیل در نظر گرفته شود، هر چند نیازی به در نظر گرفتن ماکزیمم بارگذاری بارهای ماکزیمم برای هر کدام از مسیرها به همراه بار جرثقیل نمی‌باشد (بارهای ماکزیمم همزمان اتفاق نمی‌افتند).

۶-۳-۹-۳ بارگذاریهای جهشی

در تعیین ممانهای خمشی و برشی در عضوهای پیوسته، بارگذاری یکنواخت باید فقط در دهانه‌های معینی که تأثیر ماکزیمم را ایجاد می‌کنند قرار داده شود.

۶-۳-۹-۴ بارگذاریهای بحرانی

بارهای متمرکز کامیونها و جرثقیلهای سیار، لیفترها، حمل کننده‌های پایه باز **straddle** به انضمام بارگذاری شناور جرثقیل سیار، در طراحی دهانه‌های کوتاه مثل دالهای عرشه و محل اتصال آنها تعیین کننده هستند. از طرف دیگر، بارگذاریهای یکنواخت، بارگذاریهای شناور جرثقیل سیار، بارگذاریهای

omoorepeyman.ir

جرثقیل ریلی و بارگذاری روی مسیر ریلی، برای طراحی تیرها، سرشمعها و شمعهای حمایت کننده تعیین کننده می‌باشند.

۶-۴ بارگذاریهای افقی

۶-۴-۱ بارگذاریهای ناشی از پهلو گرفتن کشتی

کشتی معمولاً با یک یا چند یدک‌کش به اسکله نزدیک می‌شود تا بتواند پهلو بگیرد. باد، جریان، موج و نیروهای جزر و مدی در سرعت نزدیک شدن شناور هنگام پهلو گرفتن تأثیر می‌گذارند. برای کاهش نیروی منتقل شده به سازه، یک سیستم ضربه‌گیر (ضربه‌گیر، دالهای ضربه‌گیر و مکانیزمهای جذب انرژی) بین کشتی و سازه به کار می‌رود تا انرژی جنبشی شناور در حال حرکت را جذب کند. اندازه و موقعیت نیروی واقعی منتقل شده به سازه، بستگی به نوع سازه، نوع کشتی، سرعت نزدیک شدن، زاویه نزدیک شدن و سیستم ضربه‌گیر به کار رفته دارد. از مدلهای شبیه‌سازی رایانه‌ای متداول در روشهای عددی، برای شبیه‌سازی حوزه – زمان نیروهای ضربه‌ای در سیستم ضربه‌گیر استفاده می‌شود. این مدلهای شبیه‌سازی، حرکت شناور در حال پهلو گرفتن را در حوزه زمانی با استفاده از روش پاسخ ضربه ارزیابی می‌کنند تا نیروهای واکنش هیدرودینامیکی مناسب که روی شناور در طی پهلو گرفتن وارد می‌شوند محاسبه شوند. کارایی این روش در تست مدل فیزیکی و اندازه‌گیری میدانی، واضح می‌باشد. در غیاب مدل و یا برنامه‌های شبیه‌سازی رایانه‌ای، باید از روش انرژی، نیروهای حاصل از پهلوگیری را محاسبه نمود.

۶-۴-۲ نیروهای حاصل از مهاربندی

نیروهای عمل کننده روی یک کشتی مهاربندی شده از بادها، جریانات، جزر و مدها و تغییرات سطح آب به وجود می‌آید. محاسبه نیروهای مهاربندی شامل ارزیابی متغیرهای زیادی شامل شدت باد، جریان، امواج، موقعیت پهلوگیری، سرعت شناور، تعداد و فاصله نقاط مهاربندی از قبیل بولارد، طرح خطوط مهاربندی، مدول الاستیک خطوط مهاربندی و شرایط بارگذاری شناور (سبک، بالاست، بارگذاری شده)

omoorepeyman.ir

می‌باشد. در آبهای کم‌عمق که اسکله‌ها و سازه‌ها ساخته می‌شوند، نیروهای امواج تولید شده توسط باد قابل توجه نبوده و می‌توان از آن چشم پوشی کرد، اما در مورد اسکله‌ها و سازه‌هایی که در کنار کانالهای قابل کشتی‌رانی ساخته می‌شوند، اثر شناورهایی که در حال حرکت می‌باشند باید بررسی گردند. مؤلفه‌های نیروی جریان و باد وارد بر کشتیهای مهاربندی شده، قابل توجه هستند و باید به صورت جداگانه محاسبه شوند. نیروهای ناشی از باد، جریان و امواج که روی کشتی مهاربندی شده عمل می‌کنند، باید مطابق با روشهای بحث شده در طراحی مهاربندی آیین‌نامه **NAVFAC** یا استانداردهای مشابه تخمین زده شوند. در تعیین نیروهای مهاربندی می‌توان از روش زیر، جهت تقریب بارگذاری پهلوگیری استفاده نمود. البته تعیین نیروهای مهاربندی مطابق با **NAVFAC** بوده و بنابراین باید در طراحی مقدماتی شناورهای کوچک، طراحی در سرعت پایین باد و یا هنگامی که روشهای تفصیلی طراحی هزینه‌های زیادی دارند از آن استفاده کرد.

۶-۴-۲-۱ آرایش مهاربندی

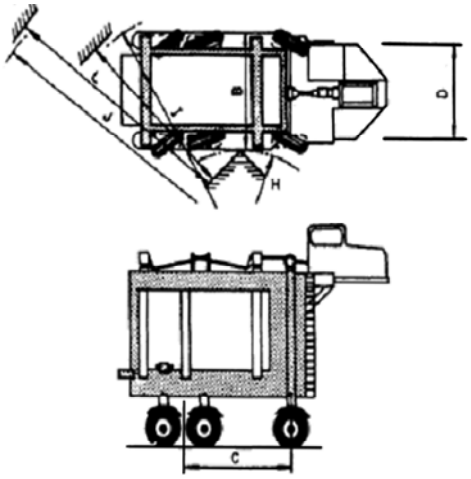
کشتی با وسایلی که روی دکها قرار دارند با خطوط مهاربندی به اسکله‌ها و سازه‌های کنار ساحل مهار می‌شود. نیروهای مهاربندی هنگامی که کشتی نزدیک سازه قرار می‌گیرد، از طریق کشش در خطوط مهاربندی به سازه منتقل می‌شوند. به عنوان نمونه ترتیب نسبی مهاربندی کشتی، در شکل ۶-۶ آمده است.

نوع آرایش مهاربندی انتخاب شده و تعداد خطوط مهاربندی به ظرفیت کشتی، شرایط مکانی، میزان جزر و مد و نحوه حرکت خود کشتی وابسته است. طرح نشان داده شده در شکل **a**-۶-۶ متداول می‌باشد، هر چند طرحهای دیگری مثل **b**-۶-۶ و **c**-۶-۶ هم ممکن است انتخاب گردند. خطوط پاشنه و سینه معمولاً دارای زاویه ۴۵ درجه می‌باشند و خطوط مهاربندی میانی، معمولاً دارای زاویه ۵ درجه هستند. در مجاورت خطوط سینه و پاشنه و عمود بر محور طولی شناور، خطوط دیگری به نام **Breast Lines** تعبیه می‌شوند. هنگامی که این خطوط مهاربندی حذف شوند، بارگذاری روی آن به خطوط سینه و پاشنه منتقل می‌شود (شکلهای **b**-۶-۶ و **c**-۶-۶). خطوط مهاربندی نباید در زاویه بیشتر از ۳۰ درجه نسبت به حالت افقی قرار گیرند. هنگامی که کشتی بدون جدا کننده‌ها مهار می‌شود، برای

omoorepeyman.ir

انواع کشتیها از قبیل کشتیهای دو حالته، زاویه عمودی ممکن است تندتر انتخاب گردد، (شکل **d**–۶–۶). این آخرین معیار باید هنگام کدگذاری ارتفاع دک مورد استفاده قرار گیرد.

توصیه می‌شود خطوط مهاربندی حداقل طولی به اندازه ۱۰۰ فوت (۳۰ متر) را داشته باشند تا امکان پاره شدن خطوط در اثر حرکت کشتی تا حد امکان منتفی گردد. بحث بررسی انواع خطوط مهاربندی و مقاومت آنها در استاندارد **NAVFAC** آورده شده که به عنوان نمونه، جدول ۶–۳ می‌تواند استفاده شود. با توجه به این که در عمل آرایش متفاوتی در خطوط مهاربندی و جدا کننده‌ها استفاده می‌شود، به صورت معمول از آرایشهای مختلف خطوط مهاربندی در طراحی آن استفاده می‌شود.



DEAD WEIGHT	67,000 LBS
SERVICE WEIGHT	89,000 LBS
WHEEL LOAD-EACH	26,000 LBS
OVERALL WIDTH (B)	13'-4"
WHEELBASE (C)	13'-4"
WHEEL CENTERS (D)	11'-6"
INSIDE TURNING RADIUS (H)	11'- 3"
OUTSIDE TURNING (20 ft. CONTAINER) (I)	27'-10"
OUTSIDE TURNING (40 ft. CONTAINER) (J)	33'- 4"
MINIMUM (20 ft CONTAINER) (K)	19'-4"
MINIMUM (40 ft. CONTAINER) (L)	25'-4"

شکل ۶–۷ آرایش مهاربندی

omoorepeyman.ir

جدول ۶-۳ ترکیبهای بار، ضریبهای بار سرویس و روش حدی f_x

طراحی بر اساس بار سرویس (روش تنش مجاز WSD)									
	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	S_9
$D^{(1)}$	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰
L_U یا L_C+I	۱/۰	۰/۱	۱/۰	۱/۰		۱/۰	(۲)	۱/۰	
B	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰
Be		۱/۰							
C			۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰			۱/۰
E	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰
Eq							۱/۰		
W			۰/۳		۱/۰	۰/۳			۱/۰
WS			۰/۳		۱/۰	۰/۳			
R+S+T				۱/۰	۱/۰	۱/۰			
Ice								۱/۰	۱/۰
درصد تنش مجاز	۱۰۰	۱۰۰	۱۲۵	۱۲۵	۱۴۰	۱۴۰	۱۳۳	۱۴۰	۱۵۰

omoorepeyman.ir

طراحی بر اساس ضریب بار حدی LRFD									
	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5	U_6	U_7	U_8	U_9
$D^{(1)}$	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۲۵	۱/۲۵	۱/۳	۱/۳	۱/۲
L_C+I یا L_U	۱/۷[۳]	۰/۱۷	۱/۳	۱/۳		۱/۲۵	B	۱/۳	
B	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۲۵	۱/۲۵	۱/۳	۱/۳	۱/۲
Be		۱/۷							
C			۱/۳	۱/۳	۱/۲۵	۱/۲۵			۱/۲
E	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۲۵	۱/۲۵	۱/۳	۱/۳	۱/۲
Eq							۱/۳		
W			۰/۳		۱/۲۵	۰/۳			۱/۲
WS			۰/۳		۱/۲۵	۰/۳			
R+S+T				۱/۳	۱/۲۵	۱/۲۵			
Ice								۱/۳	۱/۲

۱- ۰/۹ برای کنترل کمترین بار محوری و بیشترین لنگر

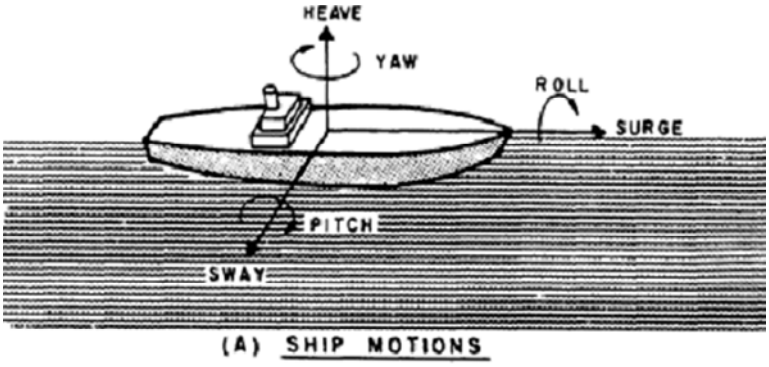
۲- ۰ و ۰/۱ یا ۰/۲ وابسته به بار زنده فرض شده روی سازه بر اثر بارهای زلزله‌ای

۳- ۱/۳ برای بیشترین بار شناوری جکهای کمکی در جرثقیلهای کامیونی

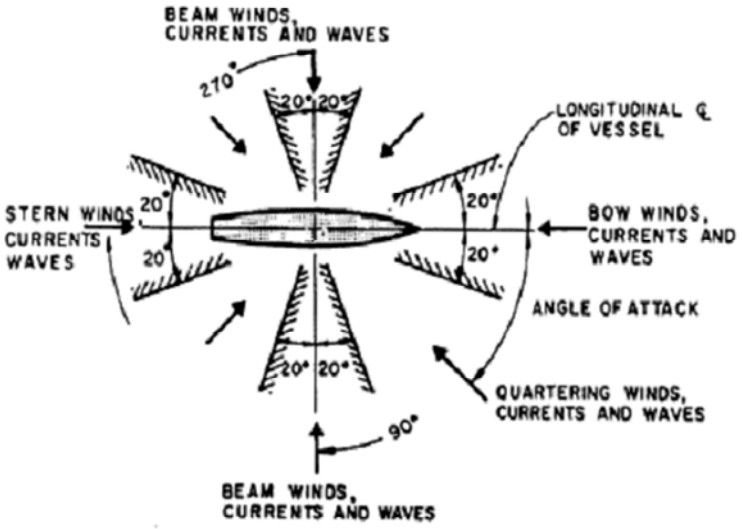
۶-۴-۲-۲ حرکات کشتی

حرکات یک کشتی مهاربندی شده، همانند شکل ۶-۸ در اثر باد، امواج و جریانات و جزر و مدها به وجود می‌آید. نوع این حرکت به جهت و شدت نیروهای خارجی عمل کننده روی کشتی به صورت منفرد یا ترکیبی، وابسته می‌باشد. سیستم ضربه‌گیر، آرایش مهاربندی و نوع خطوط مهاربندی، باید طوری انتخاب شوند تا این حرکات کشتی و همچنین نیروهای برایند منتقل شده به سازه مهاربندی شده، حداقل شوند.

omoorepeyman.ir



(A) SHIP MOTIONS



(B) FORCES, ACTING ON MOORED SHIP

شکل ۶-۸ حرکتهای کشتی و نیروهای وارد بر آن

۶-۴-۲-۳ شرایط محدود کننده

برای کمینه کردن تأثیرات نیروهای عمل کننده روی شناور، موقعیت سازه اسکله در آبهای کم‌عمق انتخاب می‌شود. بنابراین یک شناور مهاربندی شده در موقعیتی به موازات محور طولی تحت اثر جریان موجها قرار می‌گیرد. در بعضی موقعیتها تطابق معیار نمی‌تواند در نظر گرفته شود، زیرا مکان و محل سازه با توجه به تسهیلات موجود از قبل تعیین شده است.

omoorepeyman.ir

انواع سرویس مهاربندی تابع عملیاتی است که برای سهولت در ارایه سرویس لازم است و همچنین شرایط محدود کننده‌ای که برای آن تابع لازم می‌باشد. تسهیلات مهاربندی باید با استفاده از معیار مخصوص باشد که معیار طراحی در آن شرایط محیطی و با دوره بازگشت یک سال در عمر سرویس را نتیجه می‌دهد. سرویس مهاربندی دارای انواع زیر است:

نوع ۱

مهاربندیهایی را شامل می‌شود، به مدت ۱ ماه برای شناورهایی که قصد عزیمت به مناطق گردابی، طوفانی و یا سیلابی در قسمتهای گرمسیری دارند. در تحلیل مهاربندیها، بارگذاری شامل مهمات، سوخت و تسهیلات همانند بنادر بازرسی می‌باشد.

نوع ۲

این نوع مهاربندیها برای شناوری که قصد عزیمت به مناطق گرمسیری در شرایط طوفانی، گردابی و سیلابی را دارند به مدت ۱ ماه و یا بیشتر به کار می‌روند. این مهاربندی شامل تجهیزات متداول پهلوگیری شناور می‌باشد.

نوع ۳

این نوع، شامل شناورهایی می‌شود که قصد اعزام به مناطق گرمسیری در شرایط گردابی، طوفانی و سیلابی را ندارند و به مدت ۲ سال تحت پوشش قرار می‌گیرد. این مهاربندی شامل تجهیز کردن، تعمیر کردن، داک خشک، پیاده کردن موتور و بازدید و تسهیلات آن می‌باشد. زمان ارایه این خدمات به عمر کشتی بستگی دارد. مثلا برای کشتیهای با عمر بیش از ۱۵ سال، هر ۲/۵ سال تحت پوشش قرار داده می‌شوند. تسهیلات فراهم شده در این خدمات همیشه در حال انجام وظیفه می‌باشند.

نوع ۴

شناورهایی را که قصد حرکت در مناطق گرمسیر طوفانی و گردبادی را ندارند، به مدت دو سال یا بیشتر تحت پوشش قرار می‌دهد. این نوع مهاربندی شامل حالت غیر فعال، داک خشک، موزه کشتیها و لوازم و تسهیلات مربوطه می‌باشد.

omoorepeyman.ir

خدمات نوع ۳ و ۴، وقتی که کشتی با وجود پیش‌بینیهای قبلی، مهاربندی در منطقه طوفانی را دارد استفاده نمی‌شود. بررسیهایی باید در مورد تعبیه بولاردهایی با بالاترین ظرفیت (۲۰۰ تن یا بیشتر) در طول خط مرکزی سازه اسکله و یا در لبه و مرز سازه انجام شود، جایی که کشتی در بهترین زاویه ممکن بسته شده است و در حالتی که بالاترین ظرفیت بار از خطوط مهاربندی مورد انتظار است.

برای امواج با دوره تناوبهای طولانی و یا گردابه‌هایی که در اثر طول بادگیرهای بزرگ به وجود می‌آید، باید خطرات موجود برای همه انواع کشتیها بررسی شود. احتمال وقوع گردابه‌ها در یک محل و محدودیتها باید مطالعه شوند. جریانهای آب عمود بر محور طولی کشتی که سرعتی بالای **knot** ۲ دارند، نباید به کشتی مهاربندی شده برخورد کند، زیرا نیروهای بزرگی را روی کشتی اعمال می‌کنند ولی در مورد جریانات سینه‌ای و پاشنه‌ای (جریانات موازی محور طولی) این سرعت می‌تواند حتی تا حدود **knot** ۵ نیز باشد.

۶-۴-۲-۴ بارگذاریهای تقریبی

در تعیین نیروهای مهاربندی ناشی از بادها، جریانات و امواج، فاکتورهای زیر بررسی می‌شوند:

۱- سازه باید تحمل نگه داشتن هر کشتی پهلو گرفته را در ماکزیمم سرعت باد داشته باشد. همچنین در مورد سازه‌هایی که فقط یک محل برای پهلو گرفتن دارند، باید طوری باشد که سازه تحمل نگه داشتن کشتی بسته شده را در بالاترین سرعت باد داشته باشد.

۲- نیروهایی که به صورت موازی با کشتی مهاربندی شده روی سینه و پاشنه در زاویه‌های برخورد صفر و یا ۱۸۰ درجه اعمال می‌شوند، ماکزیمم بارگذاری را در مهاربندی میانی به وجود می‌آورند (شکل ۶-۹). هنگامی که کشتی پهلو می‌گیرد، لنگر پیچشی تقریباً برابر با حاصلضرب کل نیروی طولی در نصف عرض کشتی می‌باشد. به علاوه عرض تجهیزات ضربه‌گیری قابل محاسبه می‌باشد. در مورد یک کشتی، اثر این لنگر لحاظ نمی‌شود، ولی هنگامی که چندین کشتی نزدیک به هم پهلو گرفته‌اند، باید تأثیرات آن را روی لنگر پیچشی در نظر گرفت.

۳- نیروهای عمود بر محور طولی کشتی مهاربندی شده در زاویه برخورد ۹۰ یا ۲۷۰ درجه، معمولاً ماکزیمم کل نیروها را بر کشتی وارد می‌کنند. با مراجعه به شکل **a**-۶-۹، هنگامی که زاویه

omoorepeyman.ir

برخورد ۹۰ درجه می‌باشد، نیروهای خارجی، کشتی را به سمت سازه فشار می‌دهند و نیروهای مهاربندی از طریق کناره‌های عمودی کشتی که در تماس با سیستم ضربه‌گیر قرار دارند و یا از طریق جدا کننده‌ها که بین کشتی و سیستم ضربه‌گیر قرار می‌گیرند، به سازه منتقل می‌شوند. کناره‌های عمودی دارای سطح مقطعهای متوسط ثابتی هستند. کشتیهای جنگی که بر اساس سرعت طراحی می‌شوند، کناره‌های عمودی کوتاه‌تری نسبت به کشتیهای باربری دارند ولی در سطح مقطعهای جلویی و عقبی کشتی، طول آنها نسبت به کشتیهای باربری بیشتر بوده و دماغه‌های تیزتری دارند. هنگامی که زاویه برخورد ۲۷۰ درجه باشد، کشتی از سازه دور می‌شود و نیروهای به وجود آمده از طریق کشش در خطوط مهاربندی به سازه منتقل می‌شوند. فرض می‌شود کل نیروی عمل کننده روی کشتی به طور برابر بین خطوط مهاربندی مجاور پاشنه و سینه تقسیم شود و یا در غیاب خطوط مهاربندی فوق، این نیرو به وسیله خطوط مهاربندی سینه و پاشنه جذب می‌شود.

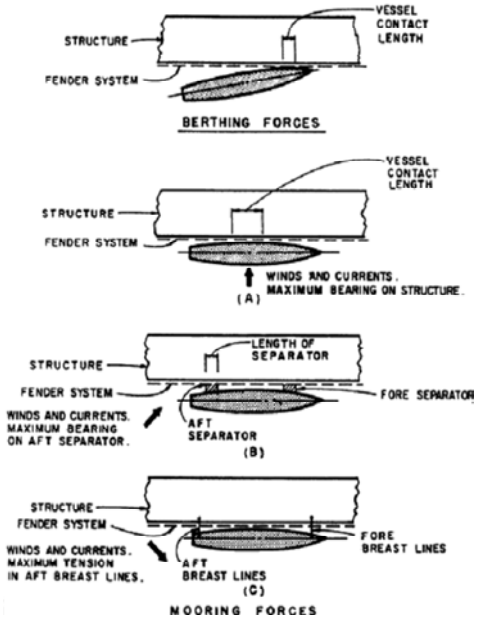
۴- نیروهای مؤثر در زوایای ۴۵ درجه، نیروهایی هستند که در زوایای برخورد ۴۵، ۱۳۵، ۲۲۵ و ۳۱۵ درجه بر کشتی وارد می‌شوند (شکل ۶-۹). لنگر پیچشی وارد بر کشتی تحت این شرایط ماکزیمم شده و هنگام دور شدن کشتی مهاربندی شده از سازه، ماکزیمم نیروی کشش در خطوط مهاربندی مجاور پاشنه و سینه کشتی به وجود می‌آید. نیروی به وجود آمده در اثر باد و جریانات دریایی تحت زوایای ۴۵ درجه، می‌تواند با این فرض تخمین زده شود که کل نیروی جانبی برابر با **F** ۰/۷۵ و لنگر پیچشی برابر با **F×L** ۰/۰۹ است که در آن **F** کل نیروی عمل کننده به کناره‌های سازه کشتی (در زوایای موازی محور مرکزی طولی کشتی) و **L** طول کشتی است. ماکزیمم نیرو در خطوط سینه جلو و عقب کشتی، تقریباً برابر با نصف کل نیروی جانبی به اضافه نیروی به دست آمده از تقسیم لنگر پیچشی بر فاصله میان خطوط سینه (بازوی گشتاور حاصل از نیروی مقاومت) محاسبه می‌شود. افزایش و کاهش لنگر پیچشی وابسته به جهت جریان یا بادهای مؤثر در زاویه ۴۵ درجه می‌باشد. نیروهای باد و جریانات ممکن است از روشهای مشابهی تقریب زده شوند که البته در این حالت، **L** فاصله میان محورهای جدا کننده می‌باشد.

omoorepeyman.ir

۵- جهتهای باد و جریان در قطاعی با زاویه ۲۰ درجه در نظر گرفته می‌شوند. به طور مشابه در هر قطاع، جریان آب و باد عمود بر محور طولی به صورت عمود بر دیواره‌های کناری کشتی در نظر گرفته می‌شود. جهتها بین قطاعها ممکن است به عنوان جریان و بادهای تحت زاویه ۴۵ درجه بررسی شود.

۶- بادها و جریانات در حالت عادی معمولاً تعیین کننده نیستند و بادها و جریاناتی که دارای شدت زیادی هستند، مدت زمان کوتاهی اثر نموده و ممکن است در جهات دیگری نیز اتفاق افتند. هنگام تعیین نیروهای مهاربندی، بررسی روی بادها و جریاناتی باید انجام شود که در آن جهت ماکزیمم نیرو به وجود می‌آید.

۷- هنگامی که کشتیها در دو طرف یک اسکله پهلو گرفته‌اند، نیروی حاصل از باد روی کشتی که در پناه قرار گرفته، حدود (۵۰٪) نیرویی است که بر کشتی که به طور مستقیم در مقابل باد قرار گرفته، وارد می‌شود.



شکل ۶-۹ توزیع نیروی پهلوگیری و مهاربندی بر روی سازه

omoorepeyman.ir

۶-۴-۳ نیروهای باد روی سازه

نیروی باد روی سازه‌ها، اسکله‌ها، کانتینرها، اتاقکها، جرثقیلهای بندری و دیگر تجهیزات به کار رفته در سازه، باید بر اساس اصول پیشنهادی در آیین‌نامه بارگذاری ایران تخمین زده شود که مینیمم بارها برای طراحی سازه‌ها و ساختمانها، در آخرین نسخه آیین‌نامه ۵۱۹ بارگذاری ایران آورده شده است.

۶-۴-۴ بارگذاری زلزله

۶-۴-۴-۱ معیار طراحی

تمامی اسکله‌ها و سازه‌هایی که در مناطق زلزله‌خیز هستند باید، مطابق با استاندارد **AASHTO** (۱۹۹۶) برای پلهای بزرگراهی طراحی شوند تا بتوانند در مقابل زلزله مقاومت کنند. استفاده از این اصول باعث کاهش خطر زلزله در سازه‌ها و اسکله‌های دریایی می‌شود.

۶-۴-۴-۲ هدف اجرایی

اسکله‌ها باید طوری طراحی شوند که در مقابل بارگذاریهایی که در زیر آورده شده، مقاومت کنند.

۱- زلزله سطح یک که در اصطلاح، زلزله سطح مقاومت با (۵۰٪) احتمال وقوع در هر ۵۰ سال می‌باشد، یعنی دوره بازگشت اسمی آن ۴۷۵ سال است. سازه باید تحمل این سطح نیرو را بدون خرابی کل سازه داشته باشد.

۲- زلزله سطح دو که در اصطلاح زلزله سطح شکل‌پذیری با احتمال (۱۰٪) وقوع در هر ۵۰ سال می‌باشد، یعنی دوره بازگشت آن ۹۵۰ سال است. در صورت وقوع این نوع زلزله، به سازه اجازه رفتار پلاستیک داده می‌شود و بعد از زلزله، سازه تعمیر خواهد شد به شرطی که سازه به کلی متلاشی نشود و امنیت جانی در آن حفظ شود.

۳- زلزله‌هایی که با (۱۰٪) احتمال وقوع در هر ۱۰۰ سال اتفاق می‌افتد. سازه‌هایی که برای سیستمهای سوخت به کار می‌روند، باید از انتشار مواد نفتی در دریا هنگام زلزله جلوگیری کنند. این زلزله‌ها باید با استفاده از تکنیکهای گفته شده در آیین‌نامه ۲۸۰۰ ایران که برای محاسبه زلزله‌های منطقه‌ای می‌باشد تعیین شوند.

omoorepeyman.ir

۶-۴-۴-۳ طراحی در مناطقی غیر از ایران

اگر بیشترین شتاب حرکت صخره‌ها که با روشهای دقیق محاسبه می‌شود در دسترس نباشد، می‌توان از شتاب حرکت صخره‌های زیر سطح زمین که مخصوص مناطق زلزله‌خیز مشخص می‌باشد استفاده کرد.

۶-۴-۴-۴ خاکریزها

برای تعیین تعادل خاکریزها در اسکله‌ها هنگامی که تحت نیروهای ناشی از زلزله قرار می‌گیرند، باید به دستورات مهندسی تجهیزات دریایی این آیین‌نامه در مورد سازه‌های خاکی مراجعه کرد.

۶-۴-۴-۵ سازه‌های شناور

معمولاً سازه‌های شناور تحت تأثیر حوادث ناشی از زلزله قرار نمی‌گیرند. با این وجود امواج به وجود آمده بر اثر ارتعاشات زلزله از قبیل جریانات توسانامی، بر سازه‌های شناور تأثیر می‌گذارند. همچنین سیستم مهاربندی به کار رفته (شمعهای نوک‌تیز و زنجیرها)، سازه را در مقابل حرکات زمین محافظت می‌کند و باید اثرات زلزله در آنها بررسی شود.

◄ ۶-۴-۵ فشار آب و زمین

۶-۴-۵-۱ حالت استاتیکی

فشارهای استاتیکی زمین که بر سازه اعمال می‌شود، باید مطابق با اصول توصیف شده در فصلهای دیگر این آیین‌نامه تعیین شود.

۶-۴-۵-۲ حالت دینامیکی

نیروهای حاصل از ارتعاشات زمین ممکن است به دلیل حرکات جانبی سازه، باعث افزایش فشار جانبی زمین بر اسکلهٔ در حال بررسی شود. درجه‌ای از زمین‌لرزه که سازه دیوار حایل قادر است تحمل کند، تا حد زیادی به حاشیه ایمنی در نظر گرفته شده برای شرایط بارگذاری استاتیک وابسته است. در مجموع دیوارهای حایل که در شرایط بارگذاری استاتیکی به صورت محافظه‌کارانه طراحی می‌شوند، به

omoorepeyman.ir

احتمال زیاد نسبت به سازه‌هایی که از جنبه اقتصادی و بدون در نظر گرفتن پارامترهای ایمنی طراحی شده‌اند، مقاومت بیشتری دارند. روشهایی برای تعیین فشارهای جانبی زمین ناشی از نیروهای ارتعاش زمین، در فصلهای دیگر این آیین‌نامه آورده شده است.

۶-۴-۵-۳ فشار آب

فشارهای ناشی از تغییرات سطح آب که نتیجه نوسانهای امواج و یا توده‌های آب مانده روی عرشه‌ها می‌باشد، باید در طراحی بالک هدها، سلولها، دیواره‌ها و همچنین بررسی تعادل در خاکریزها در نظر گرفته شوند. همچنین بارگذاریهای ناشی از فشار هیدرودینامیکی برای سازه دیوار حایل که در این آیین‌نامه آورده شده‌اند، باید در مناطق زلزله‌خیز در نظر گرفته شوند.

◄ ۶-۴-۶ بارهای حرارتی

۶-۴-۶-۱ تغییرات درجه حرارت

تأثیرات نیروهای حرارتی روی سازه ناشی از تغییرات دما از هنگام ساخت، باید در طراحی سازه مورد بررسی قرار گیرند. برای اسکله‌ها و سازه‌هایی که جلوی آب ساخته می‌شوند، حجم زیادی از آب جلوی سازه، تأثیر قابل توجهی روی سازه دارد. در نتیجه این سازه‌ها به دمای حدود ۱۰ الی ۲۰ درجه فارنهایت بالاتر یا پایین‌تر از دمای آب نمی‌رسند. این اثر برای دک شناور نیز اتفاق می‌افتد. اما در دک ثابت، تغییرات درجه حرارت زیاد به علت ضخامت زیاد آنها می‌باشد. سازه‌ها و اسکله‌های شناور، کمتر تحت تأثیر تغییرات درجه حرارت قرار می‌گیرند.

۶-۴-۶-۲ سازه‌های شمعی

دکهای این نوع سازه‌ها در معرض تغییرات درجه حرارت قرار می‌گیرند. با این وجود از آنجا که سختی محوری اعضای دک از سختی خمشی شمعها به مراتب بیشتر می‌باشد، دکها به صورت آزاد منبسط یا منقبض می‌شوند. در مورد اسکله‌های با عرض کم ممکن است شمعهای کوتاه تا حدی

omoorepeyman.ir

مقاومتی را تحمل کنند که نیاز به تحلیل برای تعیین نیروهای برشی و لنگر خمشی شمعها می‌باشد. شمعهای مایل باید معمولاً در بخش میانی طول سازه که تغییرات درجه حرارت کم باشد به کار روند.

۶-۴-۷ انقباض بتن

دکهای اسکله‌ها و سازه‌های مشابه که از ترکیبات بتنی ساخته می‌شوند، در حین ساخت، مقداری آب را از دست می‌دهند و باعث اعمال نیرو در طی فرایند انقباض می‌شوند. این نیروها از آنجا که نیروهای داخلی محسوب می‌شوند، شبیه بارهای حرارتی می‌باشند. نیروهای حاصل از انقباض برای اسکله‌های پیوسته و دارای طول زیاد قابل توجه بوده و باید محاسبه شوند. با این وجود برای اسکله‌های شمعی، این نیروها چندان بحرانی نیستند زیرا در دوره زمانی طولانی که عمل انقباض به وجود می‌آید، خاک اطراف شمعها نیروی حاصل از انقباض بتن را آزاد می‌کنند. برای طراحی استفاده از **PCI Design Handbook** توصیه می‌شود.

۶-۴-۸ خزش بتن

خزش نیز از نیروهای داخلی ماده است و شبیه به انقباض و حرارت، فقط در حالتی تعیین کننده می‌شود که سازه اسکله از بتن پیش‌تنیده می‌باشد. تفاوت بین خزش و انقباض آن است که انقباض در حالت عمومی بدون اعمال بار نیز صورت می‌گیرد، در صورتی که خزش در اثر اعمال بار بر سازه به صورت داخلی ایجاد می‌شود و معمولاً در مورد بتن، اثر خزش تحت اثر بارهای ثابت در نظر گرفته شده است.

۶-۵ ترکیبهای بار

۶-۵-۱ کلیات

اسکله‌ها و سازه‌ها باید طوری باشند که در مقابل ترکیبهای بار نشان داده شده در جدول ۶-۳، مقاومت کنند. هر جزء سازه و المانهای پایه‌ای، باید برای هر نوع ترکیب به کار رفته آنالیز شود. جدول ۶-۳، ضریبهای باری را نشان می‌دهد که برای هر تنش واحد به کار رفته در ترکیبات بار استفاده

omoorepeyman.ir

می‌شوند. علامتهای جبری (±) باید طوری استفاده شوند که باعث بیشترین بارگذاری نامطلوب در محل مورد نظر شوند.

$$S_i \text{ یا } U_i = f_D(D)+f_l(L_C+I \text{ یا } L_U)+f_{Be}(Be)+f_B(B)+f_C(C)+f_E(E)$$
$$+f_{Eq}(Eq)+f_W(W)+f_{Ws}(Ws)+f_{RST}(R+S+T)+f_{Ice}(I+c+e) \quad (۶۴)$$

S_i: ترکیب بار سرویس

U_i: ترکیب بار نهایی

f_x: ضریب باری نشان داده شده در جدول ۶-۳

D: بار مرده

LU: بار زنده (یکنواخت)

LC: بار زنده (متمرکز)

I: بار ضربه‌ای (فقط برای **LC**)

B: بار بویانسی

Be: بار حاصل از پهلو گرفتن

C: بار حاصل از جریان

E: بار فشار زمین

Eq: بار زمین لرزه

W: بار باد روی سازه

Ws: بار باد روی کشتی

R: خزش

S: انقباض

T: بار حرارتی

Ice: فشار یخ

omoorepeyman.ir

۶-۵-۲ طراحی تحت بار سرویس

سازه‌های چوبی برای اسکله‌ها و سازه‌های دریایی، باید برای استفاده از ترکیبهای بار سرویس و همچنین تنش مجاز، طراحی شوند. سازه‌های بتنی و یا فولادی، ممکن است با به کار بردن موارد بالا نیز طراحی شوند. بار سرویس باید همچنین برای طراحیهای فونداسیونها و کنترل کردن تعادل فونداسیون استفاده گردد.

در سازه‌های بتنی مورد استفاده در اسکله‌ها و سازه‌های دریایی، ممکن است استفاده از ضریب بار (تنش حد نهایی) مناسب باشد، هر چند باید برای بارهای سرویس و بارهای حین ساخت کنترل شوند.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

مراجع

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

مرجع فارسی

۱-"بررسی عملیات به آب‌اندازی شناورها و نگارش یک برنامه رایانه‌أی برای آن"، پروژه کارشناسی محمد سبزی و بیژن حبیب‌خواه دانشگاه صنعتی شریف، استاد راهنما دکتر محمد دقیق، ۱۳۷۸.

مراجع انگلیسی

1-“Mechanical Lift Docks”, LR, Chapter 4.

2-“Rules for Classification and Construction Ship Technology”, Special Equipment Floating Docks, Germanischer Lloyd, 1993.

3-“Rules for Floating Docks”, Class NK, Nippon Kaiji Kyokai, 1994.

4-“Ship Design and Construction”, Editor Robert Taggart, the Society of Naval Architects and Marine Engineers, Chapter XVII, Launching by Clyde M. Leavitt, pp. 657-697, 1980.

5-“Design Manual, Dry Docking Facilities”, NAVFAC DM-29, Department of the Navy, Naval Facilities Engineering Command, Washington, June 1969.

6-British Standard Code of Practice for Maritime Structures, Part 3. Design of dry docks, locks, slipways and ship building berths, ship lift and dock and lack gates, BS 6349; 3: 1988.

7-“Military Handbook, Piers and Wherves Preliminary Submittal”, MIL-HDBK 1025/1, Department of Defense, United States of America, 30 Oct. 1987.

8-"Design Manual, Waterfront Operational Facilities”, Department of the Navy, Naval Facilities Engineering Command, NAVFAC DM-25, Oct. 1971, Washington, D.C. 20390

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

واژه‌نامه

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

A

Accommodation ..... محل اسکان

After most blocks ..... بلوک عقب کشتی

After Poppet ..... حایل پاشنه

Air cushion ..... تیوپی هوا

Alteration ..... تغییرات

Amphibious ..... کشتی های دو حالته

B

Back stay ..... مهار کشتی

Barriers ..... موانع

Bearing Area ..... سطح طاقت

Bearing Strength ..... مقاومت لهیدگی

Bilge ..... خن

Bilge crib ..... تیر خن

Boat hoist ..... بالابر متحرک (ترانس تینر)

Bollard ..... محلی روی اسکله برای مهاربندی شناور

Bow ..... دماغه کشتی

Breath ..... عرض داک یا کشتی

Building Docks ..... حوضچه های ساخت

Buoy ..... شناور سازی، راهنمای شناور

Buoyancy ..... شناوری، غوطه وری

C

Cable bracket ..... قلاب کابل

Center Girder ..... تیر مرکزی

Chain drag ..... زنجیر کشنده – قلاب کشنده

Chain pile ..... ستون زنجیره ای

Chock ..... گوه

Cofferdam ..... جداکننده تانکهای کشتی

Companion Ways ..... راه های عبور و مرور

Cradle ..... گهواره–ارابه حمال

Crushing ..... له شدن

D

Damage ..... خسارت

Dead rise ..... تفاوت آبخور سینه و پاشنه

Dewatering channel ..... کانال تخلیه

Depth ..... ارتفاع

Dead weight ..... بار مرده

Draught ..... آبخور

Drop off ..... پایین پرش

Dry Dock ..... حوضچه خشک

E

Elastic deformation ..... تغییر شکل ارتجاعی

Emergency docks ..... حوضچه های اضطراری

End haul rail ..... ریل های نوع طولی

End launching ..... به آب اندازی پاشنه یا سینه

F

Fender ..... ضربه گیر

Filled structure ..... سازه های توپر

Floating Dock ..... داک شناور

Floating Platform ..... سکوی شناور

Floor ..... کف

Fore poppet ..... حایل سینه

Free Board ..... ارتفاع آزاد

Friction brake ..... ترمز اصطکاکی

G

Gate ..... دریچه

Ground way ..... مسیر ثابت

Ground chain ..... زنجیر اتصال به زمین

H

Headwall ..... دیواره های اصلی

Heel ..... غلطش عرضی

Heel angle ..... زاویه غلطش عرضی

omoorepeyman.ir

Hoist ..... بالابر و کشنده

I

Inclining test ..... تست غلطش

Inshore end ..... انتهای ساحلی

Installed devices ..... ابزارهای نصب شده

K

Keel Blocks ..... بلوکهای شاه تیر کف

L

Launching ..... به آب اندازی کشتی

Launching grease ..... روانکار آب اندازی

Launching tests ..... آزمایشهای آب اندازی

Lifting Capacity ..... ظرفیت بالابری

Light Displacement ..... وزن سبک

Light Water Line ..... زیر خط آب سبک

Line heating ..... حرارت دادن خطی

M

Manufacturing site ..... محل ساخت

Mooring facilities ..... تجهیزات مهاربندی

N

Navy stockless anchor ..... لنگر بدون پایه دریایی

O

Out Rigger ..... جکهای جانبی در جرثقیلهای کامیونی

Over Flow ..... لوله‌های سرریز

P

Panel ..... ورق تقویت شده

Perpendicular ..... عمود سینه یا پاشنه

Pivoting ..... نقطه چرخش

Platform ..... سکو – عرشه سکو

Pontoon ..... پانتون

Poppet ..... ستون لنگرگاه در سرسره ها

R

Railway - shipway ..... سرسره – ریلها

Repair docks ..... حوضچه‌های تعمیر و نگهداری

Resilient fender ..... ضربه گیر ارتجاعی

Rest water ..... آب ته مانده

Rolled Steel ..... فولاد نورد شده

Rolling frequency ..... فرکانس غلتشی

S

Safe navigation ..... ایمنی دریانوردی

Safety deck ..... عرشه ایمنی

Sandblasting ..... صیقل کاری با ماسه

Scupper ..... فیلتر

Section Modulus ..... مدول مقطع

Sheltered Water ..... آبهای حفاظت شده

Ship chain ..... زنجیر کشتی

Shiplift ..... بالابر

Shot Blast ..... شات بلاست

Shrinkage ..... انقباض بتن

Side haul rail ..... ریلهای نوع عرضی

Side launching ..... به آب اندازی از پهلو

Side wall ..... دیواره‌های جانبی

Sill ..... تیر آستانه

Skip loading ..... بارگذاریهای جهشی

Slack Water ..... جذر و مد آب ایستا

Steel cutting ..... برشکاری ورق

Straddle ..... نوعی لیفتر برای حمل کالا

Straightening ..... تاب گیری ورقه

Super structure ..... روسازه

Synchrolift ..... بالابر ثابت

T

Top deck ..... عرشه بالایی

omoorepeyman.ir

خواننده گرامی

دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، با گذشت بیش از سی سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود، افزون بر چهارصد عنوان نشریه تخصصی – فنی، در قالب آیین‌نامه، ضابطه، معیار، دستورالعمل، مشخصات فنی عمومی و مقاله، به‌صورت تألیف و ترجمه، تهیه و ابلاغ کرده است. نشریه پیوست در راستای موارد یاد شده تهیه شده، تا در راه نیل به توسعه و گسترش علوم در کشور و بهبود فعالیتهای عمرانی به کار برده شود. به این لحاظ برای آشنایی بیشتر، فهرست عناوین نشریاتی که طی دو سال اخیر به چاپ رسیده است به اطلاع استفاده‌کنندگان و دانش‌پژوهان محترم رسانده می‌شود.

لطفاً برای اطلاعات بیشتر به سایت اینترنتی **http://tec.mporg.ir** مراجعه نمایید.

دفتر امور فنی، تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله

omoorepeyman.ir

Islamic Republic of Iran

Ports and Marine Structures Design Manual

(Ship Repair Structures and Equipment)

No: 300-11

Management and Planning Organization
Office of the Deputy for Technical Affairs
Technical, Criteria Codification and
Earthquake Risk Reduction Affairs Bureau

Ministry of Roads and Transportation
Deputy of Education, Research
and Technology
Transportation Research Institute

2006

omoorepeyman.ir

این نشریه
با عنوان « آیین‌نامه طراحی بنادر و سازه‌های دریایی ایران (سازه و تجهیزات تعمیر شناور)»، شامل پنج فصل است.
اصول و مبانی طراحی سینکرولیفت، استانداردهای طراحی و ساخت داک‌های شناور، خطوط ریل دریایی و سرسره‌ها، اصول و مبانی طراحی حوضچه خشک، ارزیابی و معیارهای انتخاب سیستم‌های مختلف بالابری و به‌آب‌اندازی و مبانی طراحی محوطه، پارکینگ‌ها و اسکله‌ها، فصلهای مختلف نشریه را تشکیل می‌دهند.
دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور، پیمانکاران و عوامل دیگر می‌توانند از این نشریه به عنوان راهنما استفاده کنند.

omoorepeyman.ir